

HUMANBIOLOGIE

Biologie – Band B

Jonas Lauener

jolau.ch

Inhalt

Gewebe	5
Epithelgewebe	5
Binde- und Stützgewebe	6
Muskelgewebe	6
Nervengewebe	6
Stoffwechsel	7
Wasser	7
Eiweisse (Proteine)	7
Kohlenhydrate (KH)	7
Fette und fettähnliche Stoffe	8
Mineralstoffe (Elektrolyte)	8
Spurenelemente	8
Vitamine	8
Verdauung	9
Vierschichtenwand (am Beispiel des Verdauungskanal)	9
Peristaltik (Transport der Nahrung)	10
Verdauungsenzyme	10
Resorption der Nährstoffe	10
1. Mundhöhle	11
<i>Zähne [nicht lernen]</i>	11
<i>Zunge und Geschmacksinn</i>	12
<i>Speichel</i>	12
<i>Schlucken</i>	12
2. Speiseröhre und Magen	13
3. Dünndarm	14
<i>Verdauung</i>	15
4. Dickdarm und Enddarm	16
Leber	17
<i>Aufgaben</i>	17
<i>Blutzuckerspiegel</i>	18
<i>Aminosäurestoffwechsel und Harnstoffbildung</i>	18
<i>Bildung der Galle</i>	18
Übersicht Verdauung	19
Atmung	20
Äussere Atmung	20
Atemwege	21
<i>Kehlkopf</i>	21
<i>Lufttröhre</i>	21
Lunge	22
<i>Innerer Aufbau</i>	22
<i>Äusserer Aufbau</i>	22
Belüftung	23
Gasaustausch	23
Gastransport im Blut	24
<i>Sauerstofftransport</i>	24
<i>Kohlendioxidtransport</i>	25

Blut	26
Zusammensetzung	26
<i>Blutplasma/Blutserum</i>	26
<i>Rote Blutkörperchen (Erythrocyten)</i>	26
<i>Weisse Blutkörperchen (Leukocyten)</i>	27
Blutstillung	27
Blutkreislauf	28
Herz	28
<i>Funktionsweise</i>	28
<i>Ablauf einer Herzaktion</i>	29
<i>Versorgung</i>	30
<i>Steuerung</i>	30
Blutgefässe	31
<i>Arterien</i>	31
<i>Kapillaren</i>	31
<i>Venen</i>	32
Lymphsystem	33
Aufteilung	33
Organe	33
Nervengewebe	34
Bau	34
<i>Nervenzellen</i>	34
<i>Gliazellen</i>	34
<i>Zentralen</i>	34
Ruhe-Membranpotential	35
Erregbarkeit von Nervenzellen	37
Erregungsbildung	38
Weiterleitung von Aktionspotentialen	39
Erregungsübertragung an den Synapsen	40
<i>Wirkung von Giften und Drogen</i>	41
Wirkung des Transmitters in der Zelle	42
<i>Übertragung der Erregung vom Motoneuron auf die Muskelfaser</i>	42
<i>Verrechnung der Potentiale</i>	42
<i>Übersicht</i>	43
Nervensystem	44
Unterteilung	44
Bau und Lage des ZNS	44
Rückenmark (RM)	45
Reflexbogen und Reflex	47
<i>Eigenreflex</i>	47
<i>Fremdreflex</i>	47
Gehirn	48
<i>Hemisphären des Grosshirns</i>	49
Gedächtnis	50
<i>Schlafen und wachen</i>	51
<i>Gefühle und Motivation</i>	51
<i>Bewegungssteuerung</i>	52
Vegetatives Nervensystem	52
Sinnesorgane	53

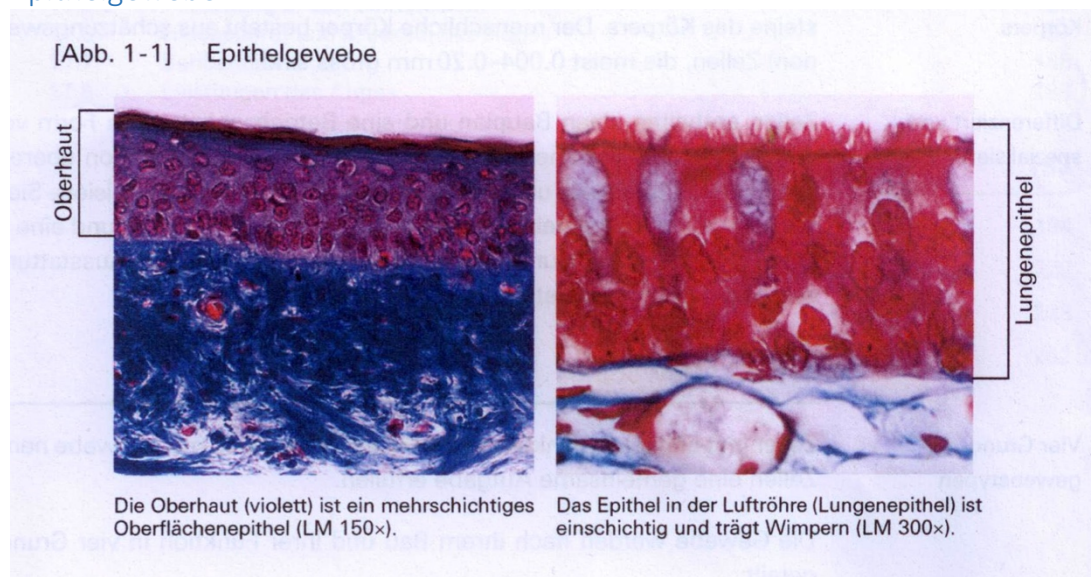
Auge	54
Hornhaut	54
Iris.....	54
Linse und Ciliarkörper	55
Netzhaut.....	56
<i>Gelber Fleck (Zentralgrube)</i>	56
<i>Blinder Fleck</i>	57
<i>Vorgang in den Sinneszellen</i>	57
Hilfsapparat und Muskeln	58
Sehbahnen	58
Leistung	59

Gewebe

Gewebe = Zellen mit ähnlicher Funktion bilden Zellverbände

Epithelgewebe Schützen, Stoffe aufnehmen/abgeben	Oberflächengewebe Drüsengewebe	Haut Darmschleimhaut Lungenepithel
Bindegewebe Verbindet andere Gewebe Grund- und Speichergewebe	Lockeres Bindegewebe	Hält Organe an Ort und Stelle Raum zwischen Haut und Muskel
	Straffes Bindegewebe	Sehen, die Muskeln am Knochen befestigen
	Fettgewebe Blut	Polster, Energiespeicher Flüssige Sonderform, wegen Zwischenzellsubstanz (Plasma)
Stützgewebe Skelett	Knorpel Knochen	Teil des Skeletts Mineralisiertes Bindegewebe
Muskelgewebe	Glatte Muskulatur	Inneren Organe z.B. Verdauungstrakt Aus einkernigen, spindelförmigen Muskelzellen
	Quergestreifte Muskulatur	Gesamte Skelettmuskulatur Aus vielkernigen, quergestreiften Muskelfasern
	Herzmuskulatur	Aus verzweigten einkernigen, quergestreiften Muskelfasern
Nervengewebe	Besteht aus Nervenzellen und Gliazellen Nervenzellen haben Fortsätze (Axone), bis zu 1m lang z.B. Gehirn, Rückenmark	
Organe/Organsysteme	Aus mehreren Geweben aufgebaut	

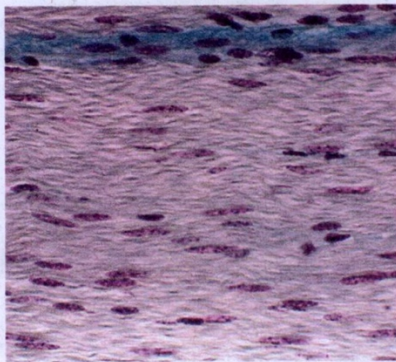
Epithelgewebe



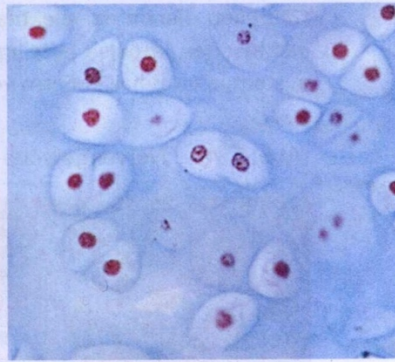
- Polarität
 - Aktive Schnittstelle zwischen zwei Milieus
- Keine Blutgefäße/Nerven
 - Wird vom Nachbargewebe versorgt (Diffusion)

Binde- und Stützgewebe

[Abb. 1-2] Binde- und Stützgewebe



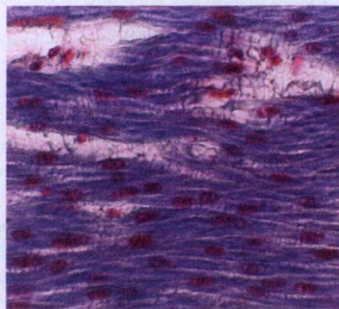
Bindegewebe mit wellenförmigen Bindegewebsfasern (LM 200×).



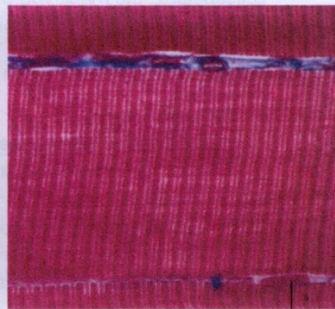
Knorpel: einzelne Zellen, umgeben von Interzellulärsubstanz (LM 200×).

Muskelgewebe

[Abb. 1-3] Muskelgewebe



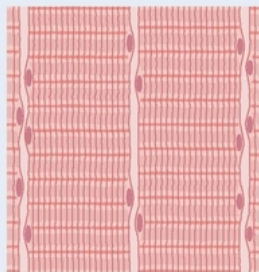
Glattes Muskelgewebe aus einkernigen Muskelzellen (LM 300×).



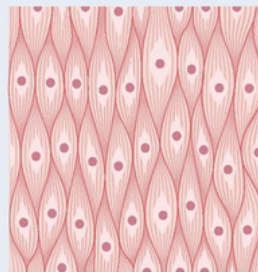
Quergestreiftes Muskelgewebe aus mehrkernigen Muskelfasern (LM 60×).

Muskelfaser

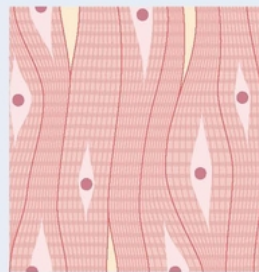
Multiple Zellkerne



Skelettmuskulatur, quergestreifte Muskulatur



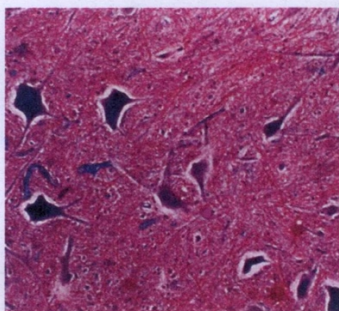
Eingeweidemuskulatur, glatte Muskulatur



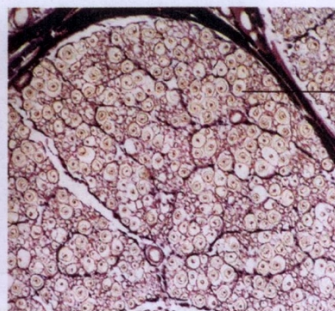
Herzmuskulatur

Nervengewebe

[Abb. 1-4] Nervengewebe



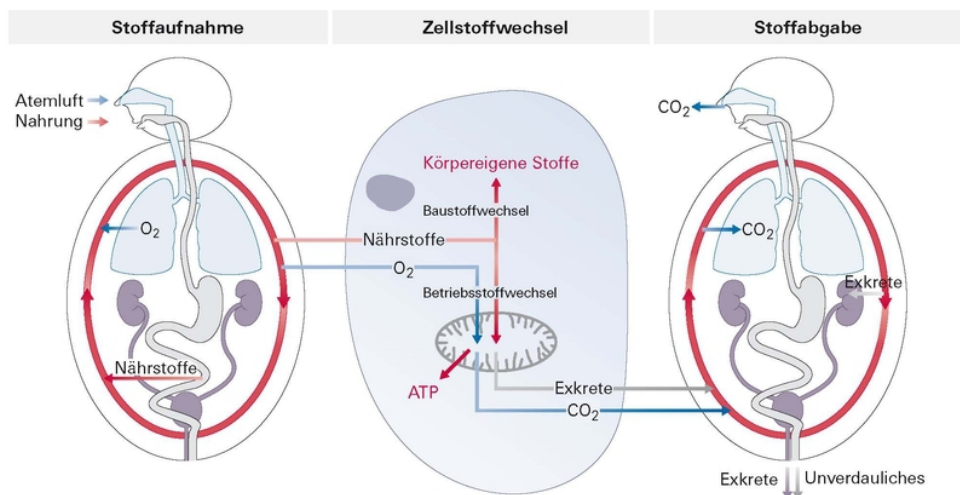
Nervengewebe im Hirn (LM 200×).



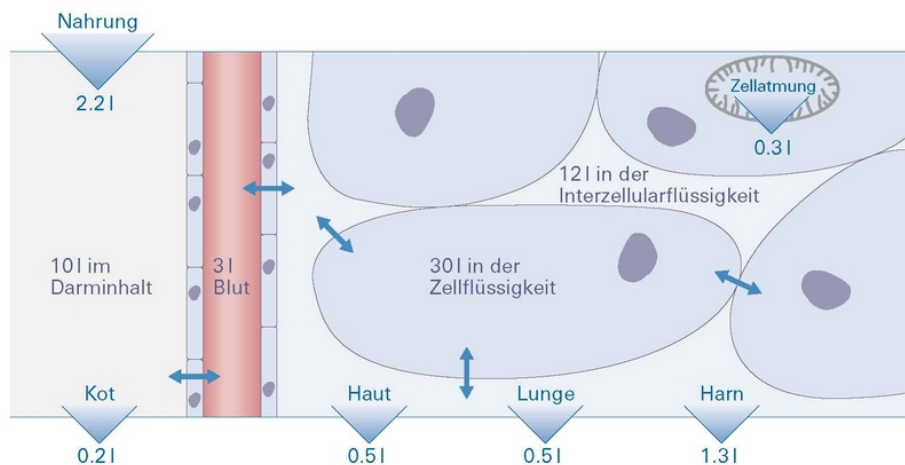
Querschnitt durch einzelnen Nervenfortsatz, heller Ring: Gliazelle

Querschnitt durch ein Nervenfaserbündel mit vielen Nervenzellfortsätzen (LM 100×).

Stoffwechsel



Wasser



Die Zahlenwerte gelten für einen 70 kg schweren Erwachsenen ohne grosse körperliche Aktivität.

- Wasseranteil im Körper 50 - 70% (von Fettgehalt abhängig, Fettgew. wenig Wasser)
- Verlieren pro Tag 2.5 l Wasser

Eiweisse (Proteine)

- Nahrungseiweisse werden in Aminosäuren zerlegt
 - 8 Aminosäuren sind essenziell
 - 13 restlichen können selber aufgebaut werden
- Täglicher Eiweissbedarf: 1g/kg Körpergewicht

Kohlenhydrate (KH)

- Betriebsenergie
- Nahrungs-KH
 - Einfachzucker (z.B. Glucose, Fructose)
 - Doppelzucker (z.B. Maltose, Saccharose)
 - Vielfachzucker (z.B. Stärke)

Fette und fettähnliche Stoffe

- Energiespeicher und Isolationsmaterial
- Fettsäuren
 - Gesättigte z.B. tierische Fette
 - Einfach/mehrfach ungesättigte z.B. pflanzliche Fette
- 75% von Nahrung sollte ungesättigte Fette sein
- Lipide (fettähnliche Stoffe)
 - Biomembran
 - Cholesterin

Mineralstoffe (Elektrolyte)

- Als feste Salzkristalle oder Ionen gelöst
 - Baumaterial für Knochen/Zähne
 - An nervösen Erregungen beteiligt
 - Erhöhen osmotischer Wert für Körperflüssigkeiten
 - Enzyme abhängig von Ionen
- Essenzielle Stoffe, muss laufend aufgenommen (Ersatz von Schweiß)
 - Calcium/Magnesium für Knochenaufbau, Kontraktion von Muskeln, Blutgerinnung
 - Natrium/Kalium-Ionen für Erregungsleitung der Nerven und Wasserhaushalt
 - Phosphor für Knochen, Nucleinsäuren und ATP

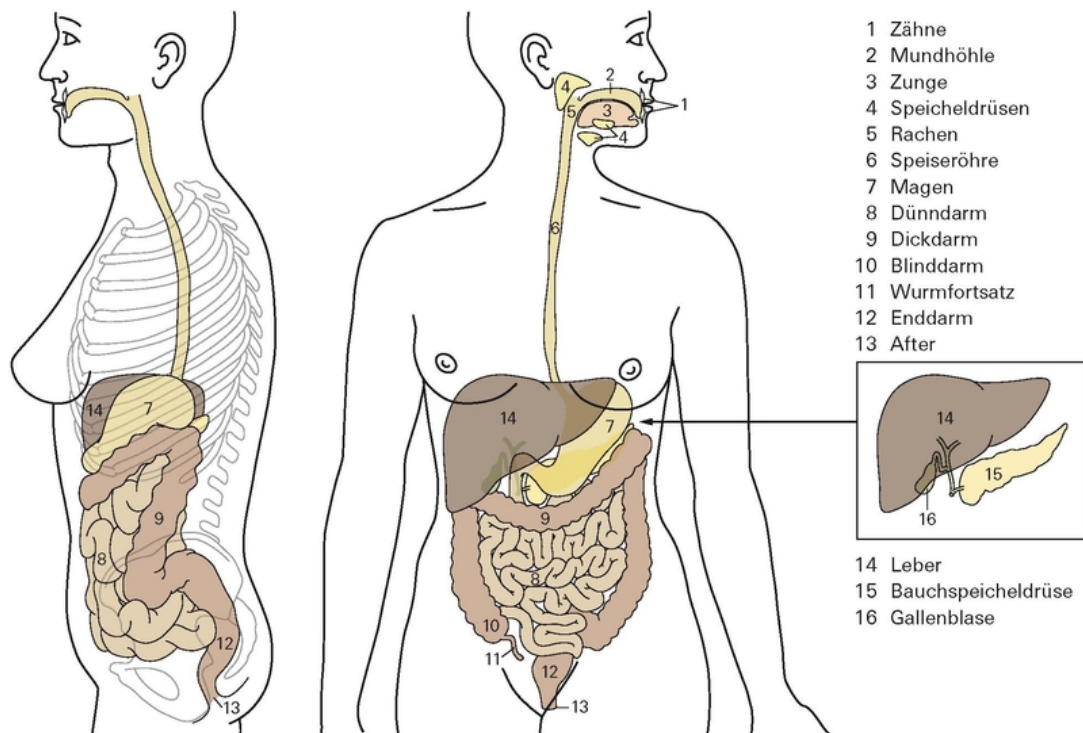
Spurenelemente

- Nur in kleinen Mengen vorhanden (insg. 10g)
- Eisen für Hämoglobin
- Iod für Hormon Thyroxin (Schilddrüse)
- Fluor-Ionen für Zahnschmelz

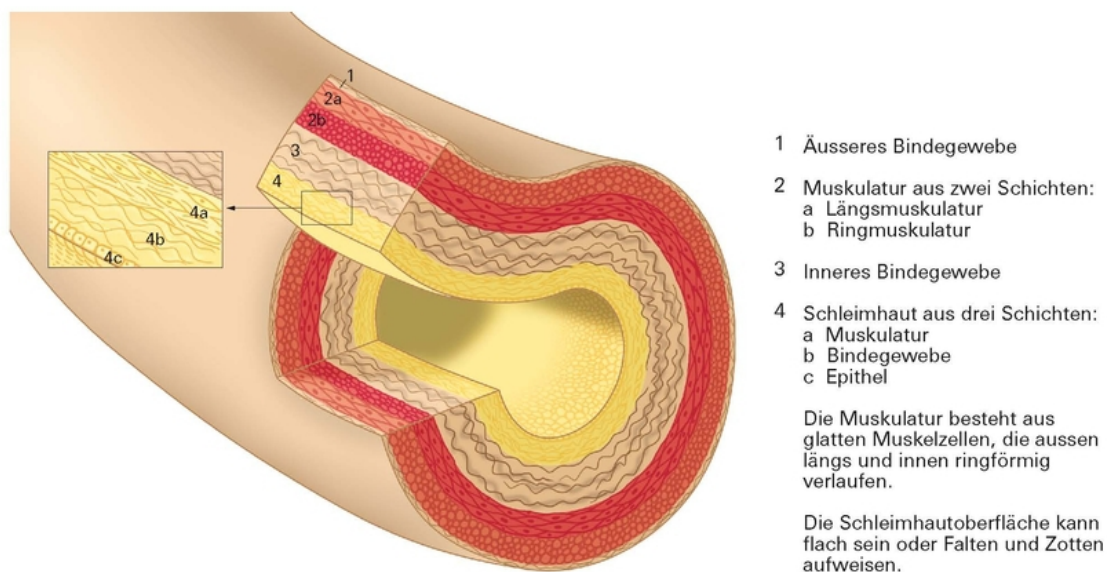
Vitamine

- Cofaktoren für Enzyme
- Fettlösliche Vitamine
 - Können nur mit Fette aufgenommen werden
 - Werden in Leber zwischengespeichert
 - Vitamine A, D, E und K (Auch Der Esel Kaut)
- Wasserlösliche Vitamine
 - Vitamine C und B-Gruppe
- Vitamin A
 - In Milch, Butter, Eiern, Leber
 - Kann auch aus β -Carotin hergestellt werden
 - Für lichtempfindliche Sehpurpur des Auges
- Vitamin C
 - Wasserlösliches, hitzeempfindliches Vitamin
 - Wundheilung und Abwehrsysteme; Antioxidans
 - Verbesserte Aufnahme Eisen-Ionen ins Blut
 - Mangelerscheinung: Skorbut
- Vitamin D
 - Kann in Haut mit UV-Strahlen hergestellt werden
 - Stimuliert Aufnahme Ca^{2+} -Ionen aus Nahrung

Verdauung

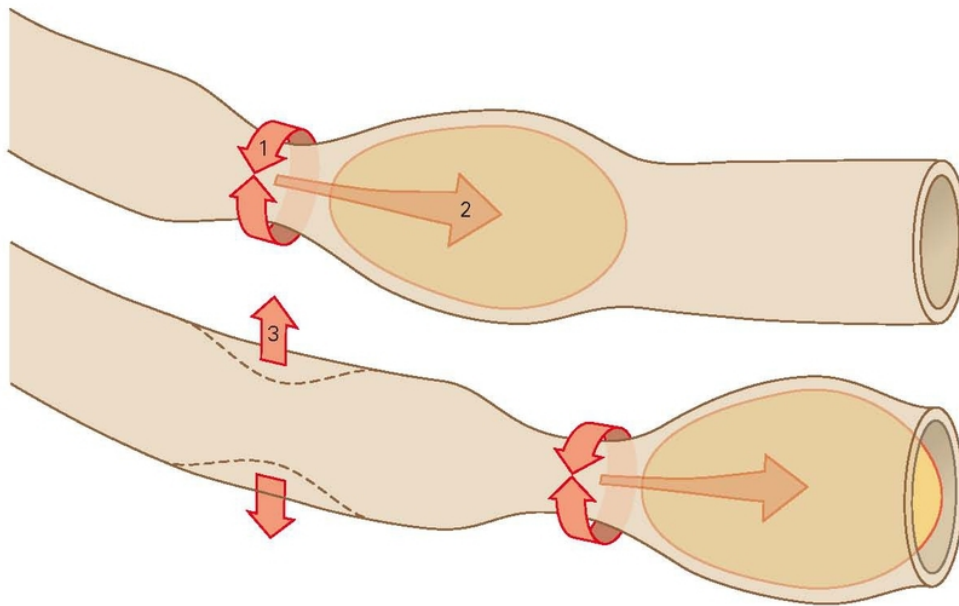


Vierschichtenwand (am Beispiel des Verdauungskanals)



Peristaltik (Transport der Nahrung)

(peri, herum; staltik, in Gang bringen)

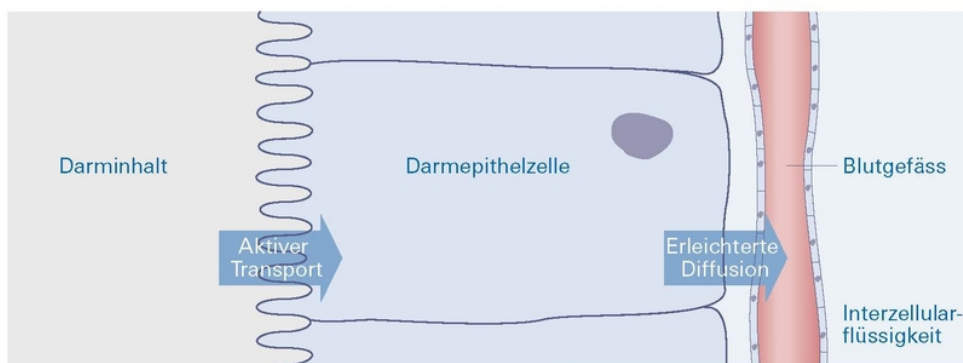


Die Kontraktion der Ringmuskulatur (1) drückt den Inhalt vorwärts (2).
Durch die Kontraktion der Längsmuskulatur erweitert sich der Darm wieder (3).

Verdauungsenzyme

- Unterschiedliche pH-Werte im Verdauungssystem
- Enzyme würden auch produzierende Zelle angreifen
 - Direkt nach Synthese ins ER gebracht und dann Export mit Vesikel
 - Aktivierung erst mit richtigem pH-Wert
- Enzymnamen enden mit *-ase* z.B. Maltose → Maltase

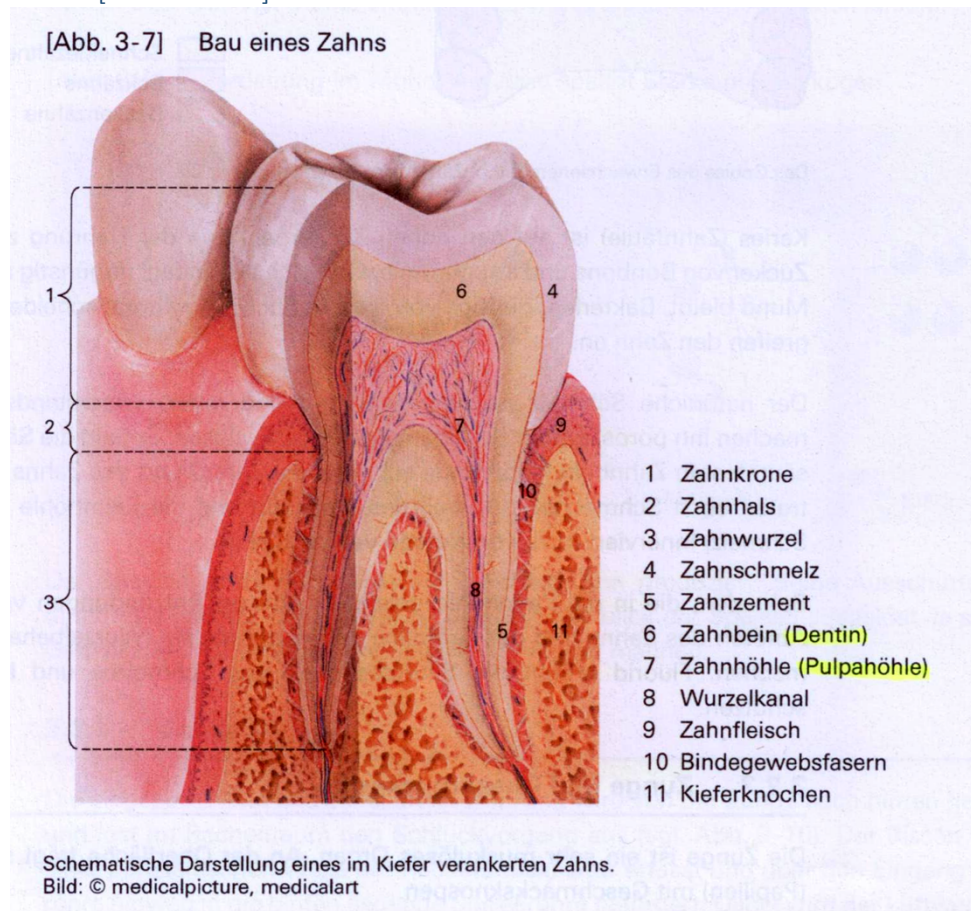
Resorption der Nährstoffe



Darminhalt → Darmepithelzelle: aktiver Transport weil Konzentration Nährstoffe in Darmepithel höher
Aufnahme kann mit Hormonen geregelt werden

1. Mundhöhle

Zähne [nicht lernen]



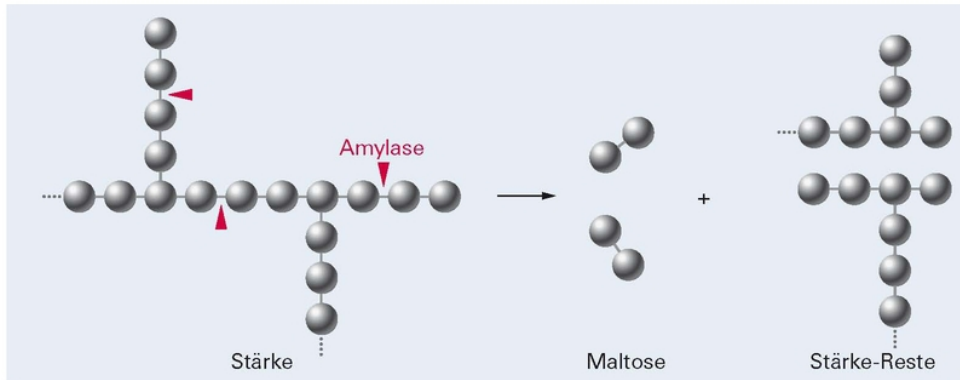
1	Zahnkrone	Ragt aus Zahnfleisch heraus
2	Zahnhals	Übergang Zahnkrone/Zahnwurzel
3	Zahnwurzel	Mit Bindegewebefaser verankert
4	Zahnschmelz	Härteste Material im Körper Nicht regenerationsfähig Karies: wird durch Säure von Zuckerbakterien porös und anfällig → Fluorid erhöht Säurefestigkeit
5	Zahnzement	Überzieht Wurzel
6	Zahnbein (Dentin)	Knochenähnlicher Aufbau
7	Zahnhöhle (Pulpaöhle)	Blutgefässe und Nerven
8	Wurzelkanal	Verbindung Blutgefässe/Nerven mit Kiefer
9	Zahnfleisch	
10	Bindegewebefasern	
11	Kieferknochen	

Zunge und Geschmacksinn

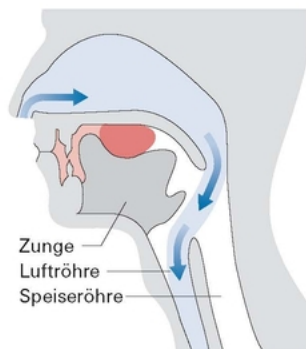
- Zunge sehr muskulös
- Oberfläche mit Papillen (kleinen Wärzchen) mit Geschmacksknospen
 - Süß, sauer, salzig, bitter und ev. Umami (Eiweissgeschmack)

Speichel

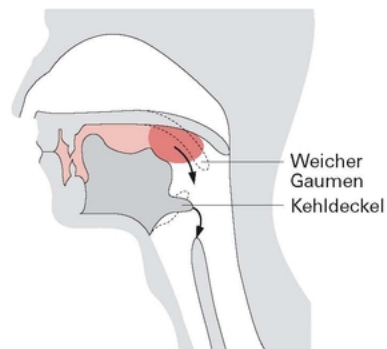
Befeuchtung der Nahrung und enthält Enzym Amylase



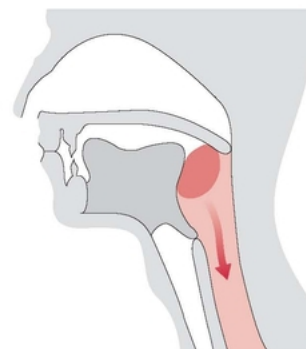
Schlucken



1 Atmen, abbeissen, kauen
Die Luft gelangt von der Nase in die vorne liegende Luftröhre.

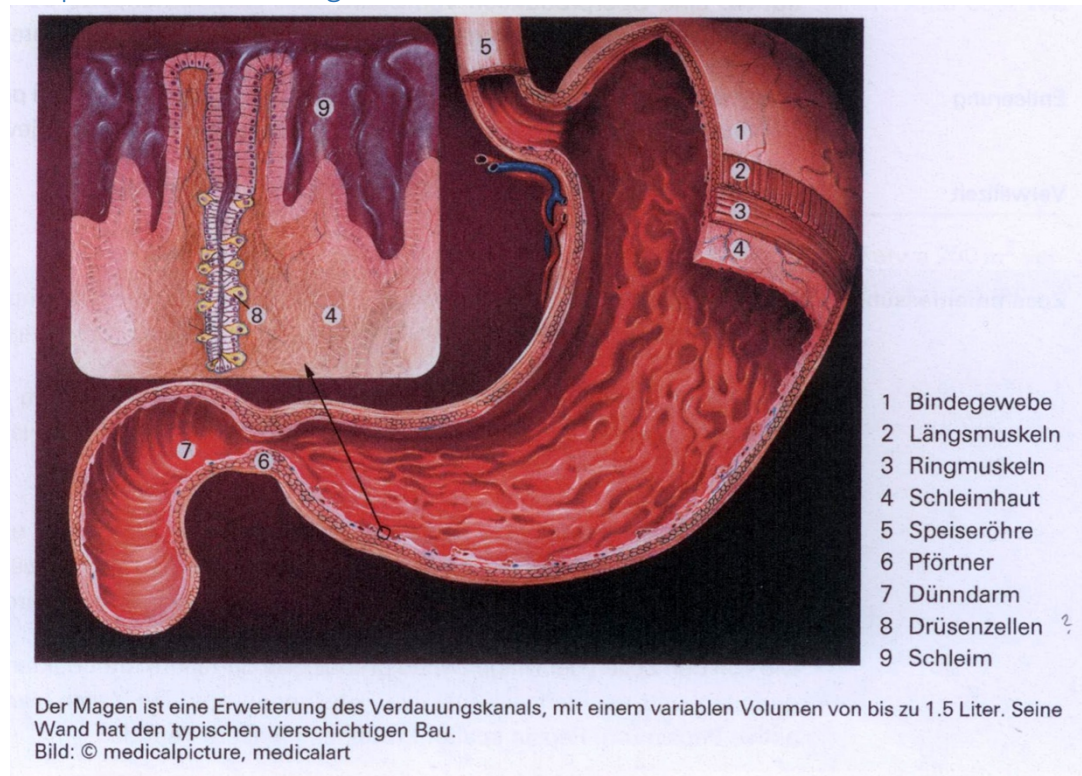


2 Beginn des Schluckens
Der weiche Gaumen wird angehoben und schliesst den Durchgang zur Nase, der Kehldeckel verschliesst die Luftröhre.



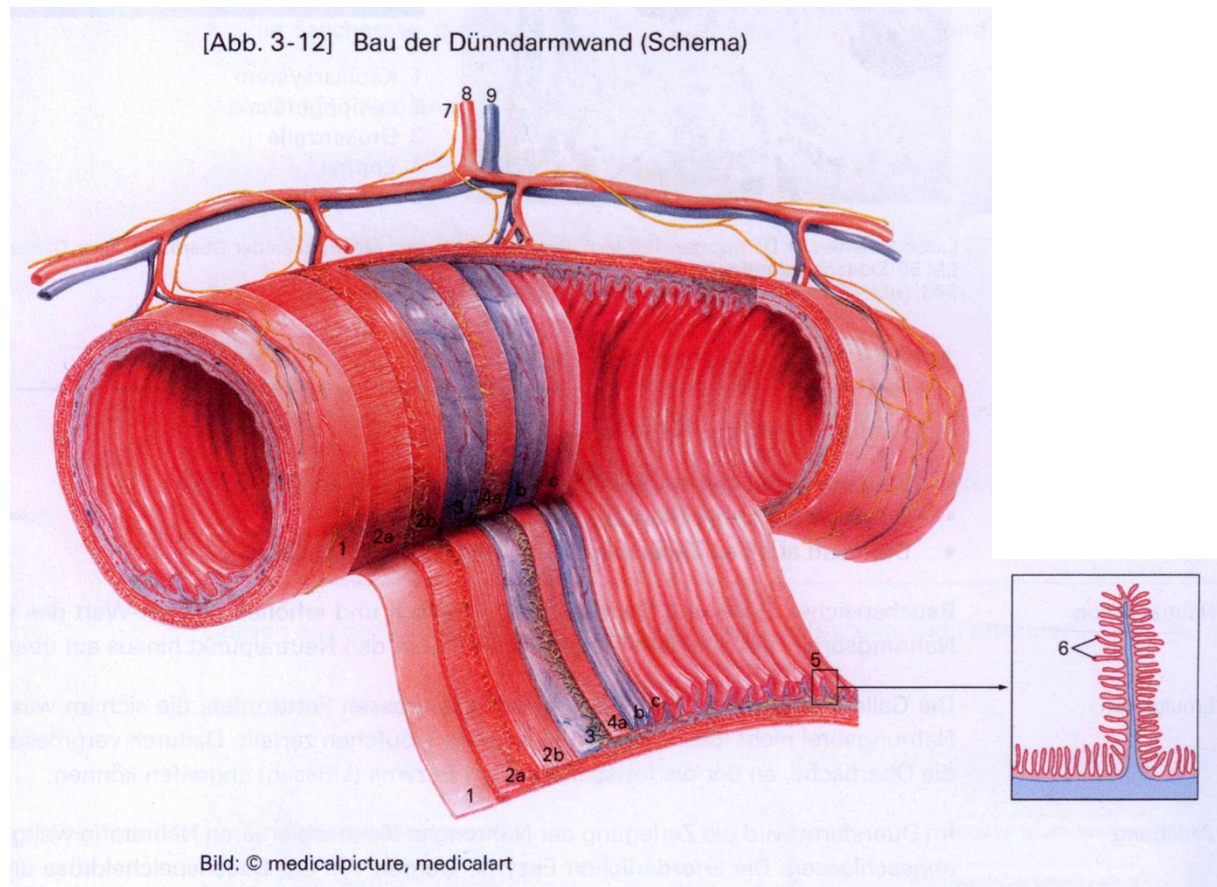
3 Schlucken
Der Bissen wird in die hinten liegende Speiseröhre befördert. Der Luftweg von der Nase zur Lunge wird kurz unterbrochen.

2. Speiseröhre und Magen



- Flüssigkeit durchlaufen Magen schnell,
- feste Nahrung wird portionsweise weitergegeben (durch Pfortner)
- Zellen der Magenwand produzieren Salzsäure
 - pH von 2
 - tötet Bakterien, aktiviert das Pepsinogen und denaturiert Eiweiss
 - Milch gerinnt
- Schleimschicht verhindert Angriff von Salzsäure auf Magenwand
 - Zu wenig Schleimschicht: Magengeschwüre

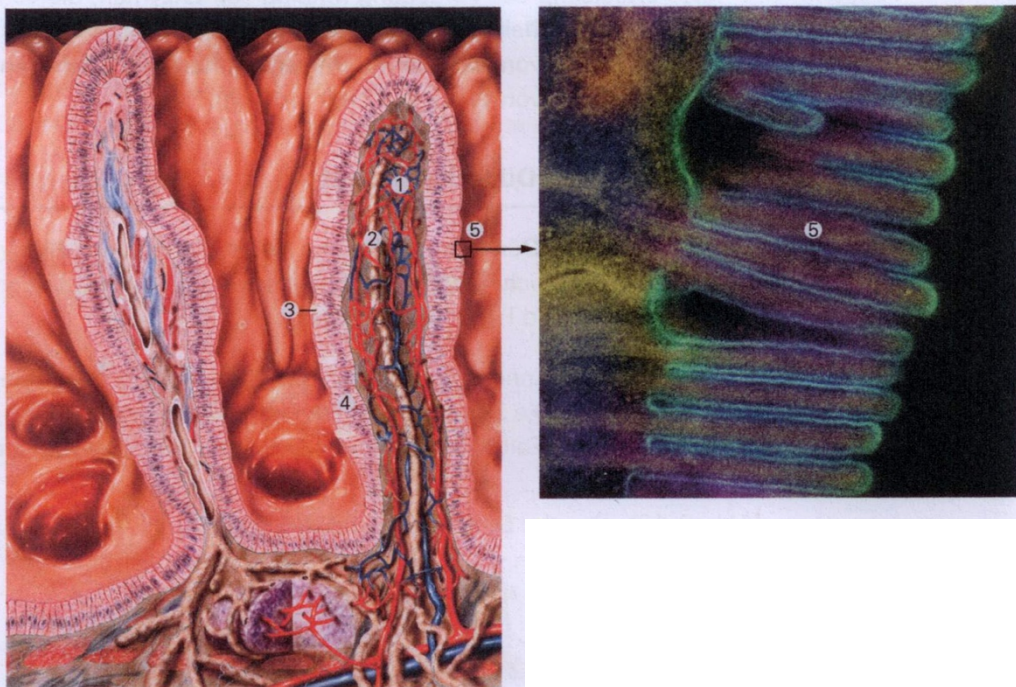
3. Dünndarm



1	Bindegewebe	Vierschichtenwand
2	Muskulatur	
3	Bindegewebe	
4	Schleimhaut	
5	Falte	Aus Schleimhaut
6	Zotten	Kapillarsystem des Blutkreislaufs und Lymphgefäß Durch Bewegung wird Nahrung zwischen Zotten bewegt
7	Nerv	
8	Darmarterie	Vom Herz weg
9	Pfortader	Zum Herz hin

→ Hauptort für Wasserresorption

[Abb. 3-13] Darmzotten und Mikrovilli



Links: Schema der Darmzotten 100-fach vergrößert. Rechts: Mikrovilli an der Oberfläche einer Darmzotte im EM 50 000-fach vergrößert.

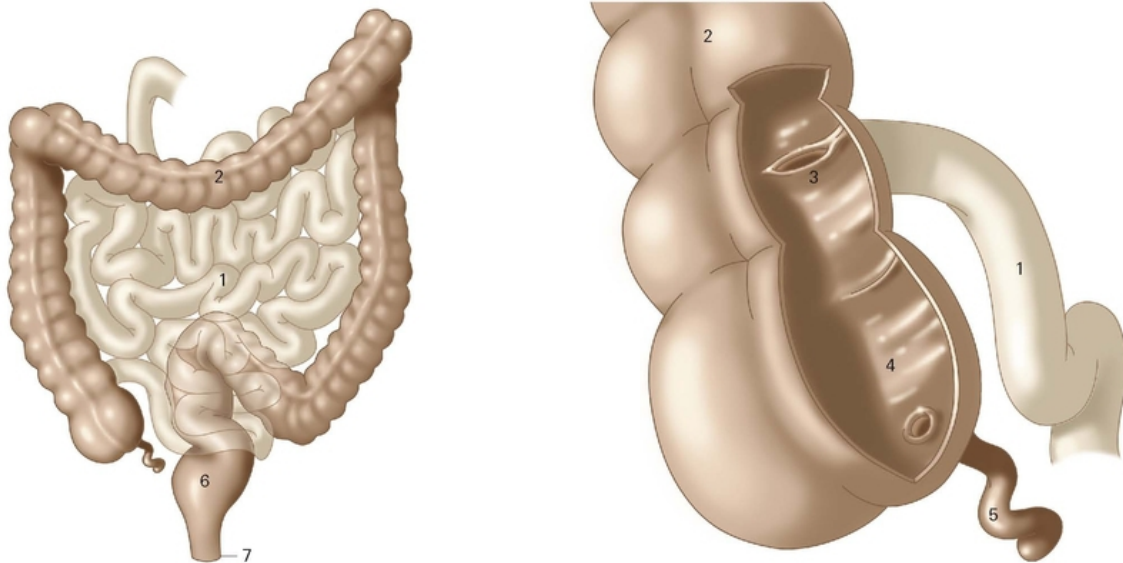
Bild: links: © medicalpicture, medicalart, rechts: © Science Photo Library

1	Kapillarsystem	Für Nahrungsaufnahme
2	Lymphgefäß	
3	Drüsenzelle	
4	Epithel	
5	Mikrovilli	Vergrößert Oberfläche (Tennisplatz)

Verdauung

- pH-Wert von über 8
- Produkte der Zerlegung, Mineralstoffe, Vitamine, Wasser werden ins Blut resorbiert
- Fette werden zuerst in die Lymphe aufgenommen

4. Dickdarm und Enddarm

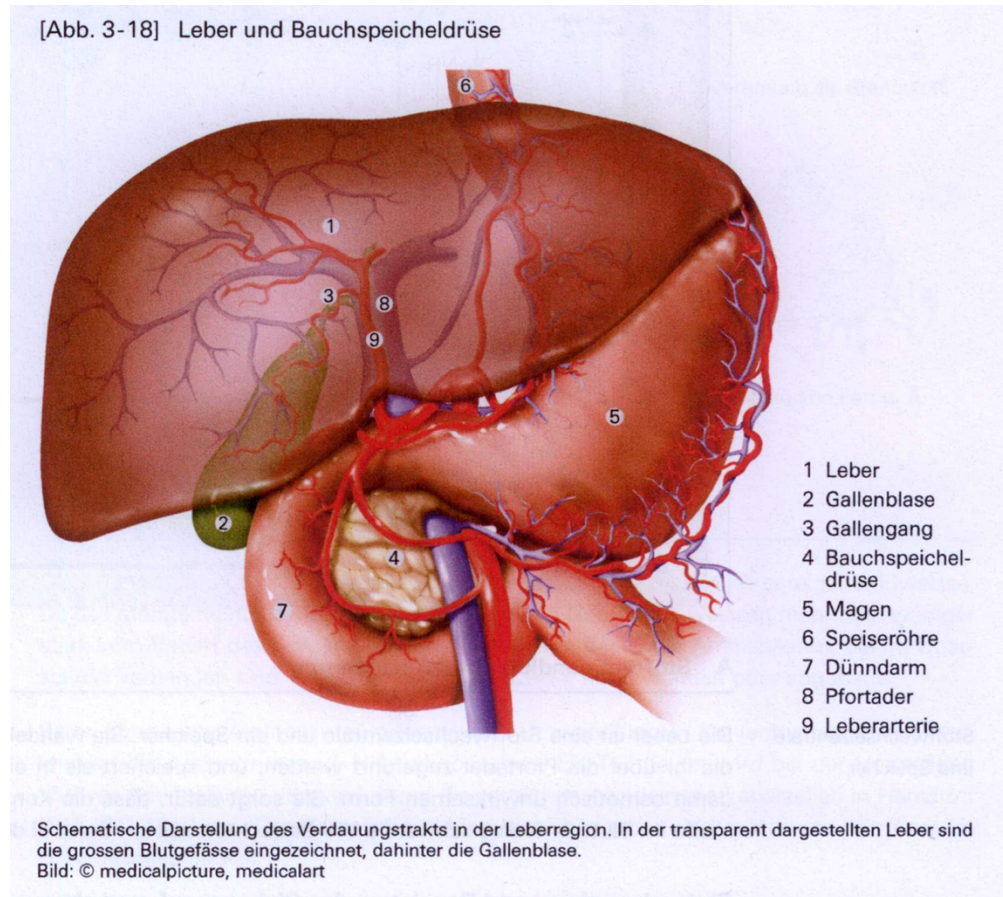


Links: Der Dickdarm umgibt den Dünndarm wie ein Rahmen. Rechts: Der Stummel am Anfang des Dickdarms ist der Blinddarm, sein dünner Fortsatz heisst Wurmfortsatz.

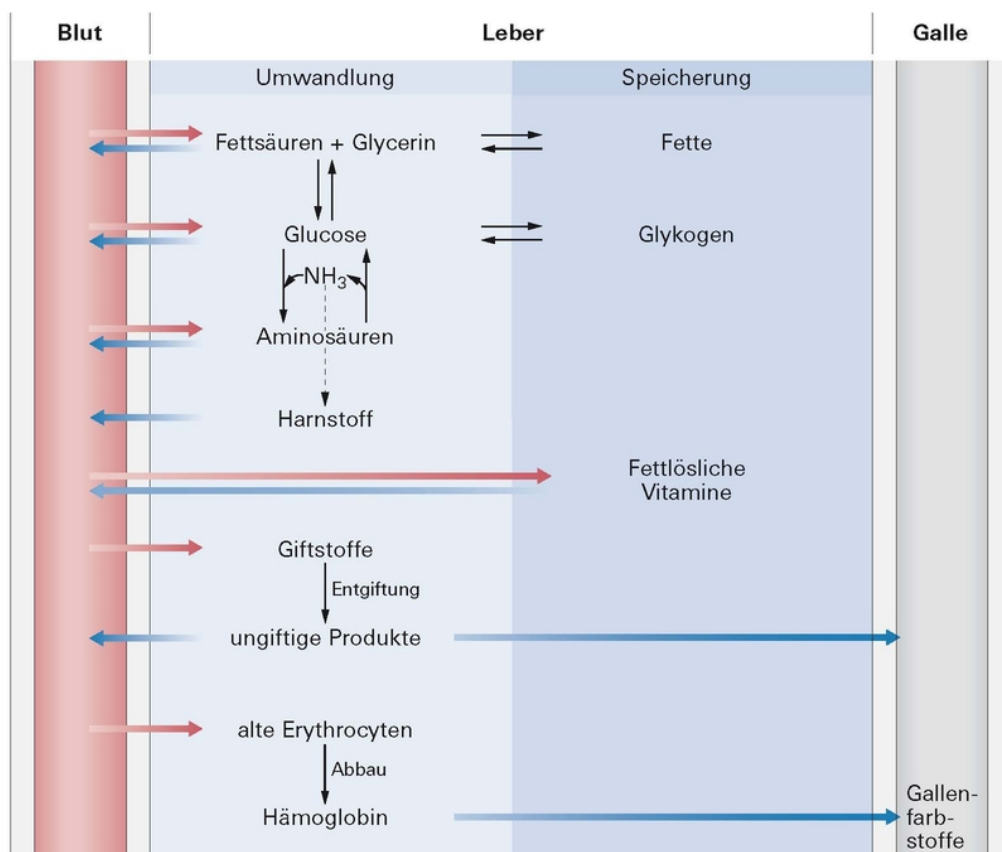
1	Dünndarm	
2	Dickdarm	Aus Vierschichtenwand
3	Mündung des Dünndarms	
4	Blinddarm	
5	Wurmfortsatz	Wie Mandel lymphathisches Organ Wird bei Blindarm-OP entfernt
6	Enddarm	
7	After	Zwei Schliessmuskeln, äussere willkürlich

- Bakterien spalten Cellulose oder stellen Vitamine her
- Restliche Wasser aufgenommen
- Kot aus unverdaulichen Nahrungsbestandteile, Bakterien und -reste, Epithelzellen

Leber



Aufgaben



Blutzuckerspiegel

- Glucosekonzentration im Blut wird von Hormonen gesteuert
 - Hormon Insulin (aus Bauchspeicheldrüse) fördert Glykogen**aufbau**
 - Hormon Adrenalin (aus Nebenniere) fördert Glykogen**abbau**

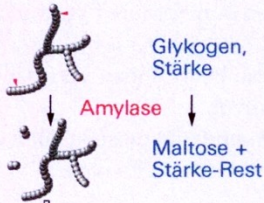
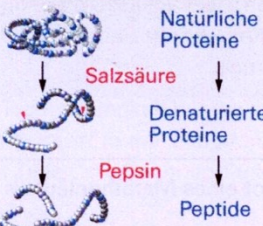

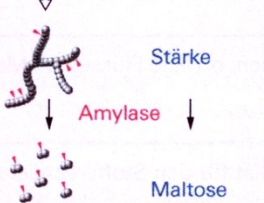
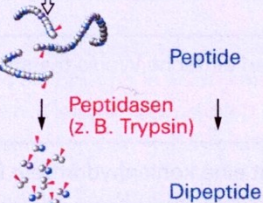
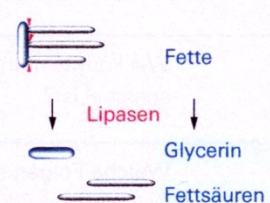
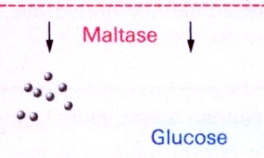
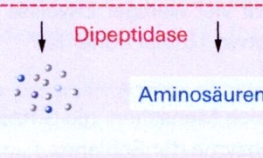
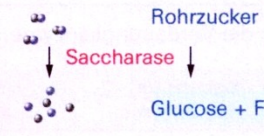
Aminosäurestoffwechsel und Harnstoffbildung

- Überschüssige Aminosäuren werden umgewandelt oder abgebaut
 - Abbau: Aminogruppe ($-\text{NH}_2$) wird abgespalten \rightarrow Zucker/Fettsäure
 - \rightarrow als Abfall: Harnstoff

Bildung der Galle

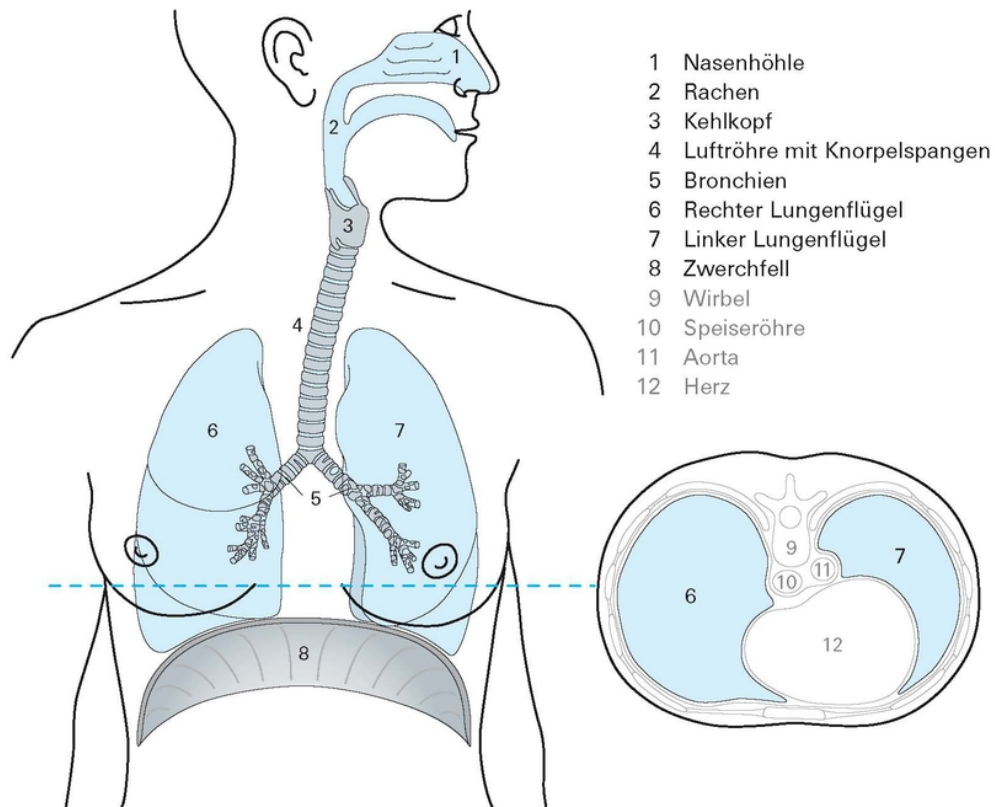
- gelbe Flüssigkeit aus Gallensäure, Gallenfarbstoffe, Abfallstoffe
- Gallensäure
 - Aus Cholesterin
 - Emulgiert Fette
- Gallenfarbstoffe
 - Hämoglobin von abgebauten roten Blutkörperchen
- Gallenstein behindert Gallenabfluss

Übersicht Verdauung

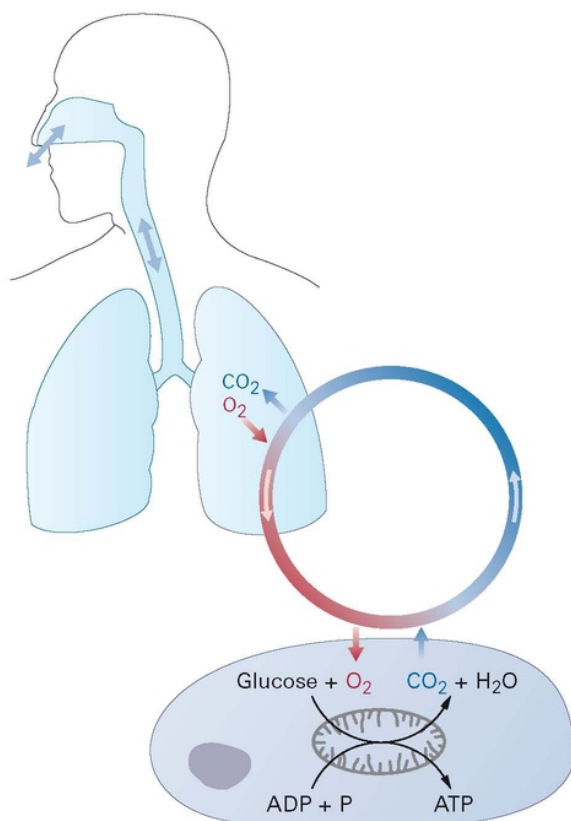
Ort	Sekrete	Kohlenhydrate	Proteine	Fette	Resorbierte Stoffe
Mund	Speichel 1.5 l pH 6.7				
Magen 1–5 h	Magensaft 2 l pH 2				
Dünndarm 4–6 h	Galle 0.5 l pH 8				Wasser Salze
	Bauchspeichel 1.5 l pH 8.2				Vitamine
	Darmsaft 2.5 l pH 8.3				
					
Dickdarm 5–70 h		Darmbakterien spalten Cellulose und produzieren Vitamine			Wasser

Pepsinogen aktiviert durch Magensäure → Pepsin → wird deaktiviert bei pH > 6 (Bauchspeichel)

Atmung

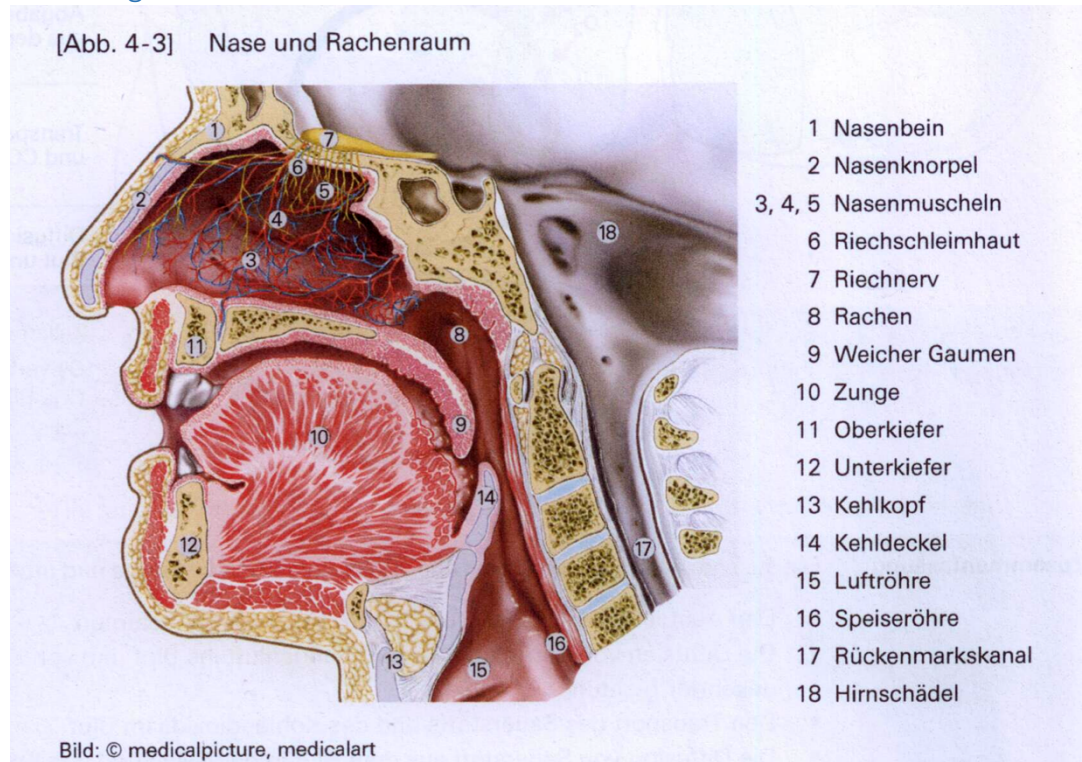


Äussere Atmung



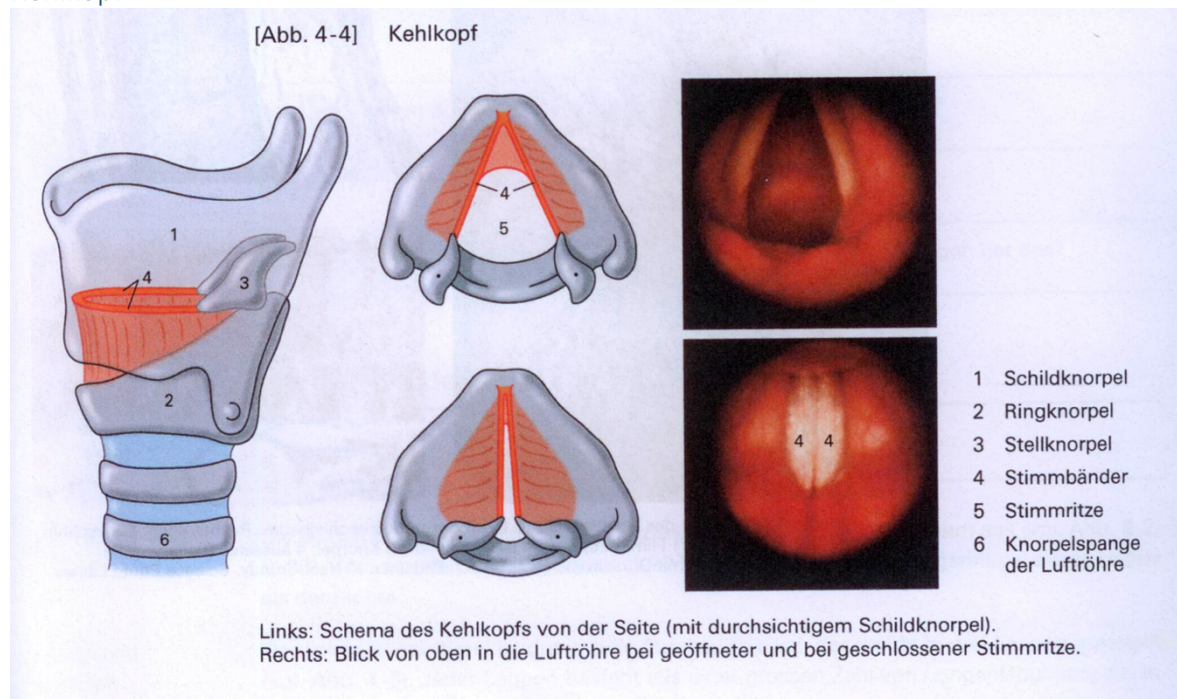
Austausch der Lungenluft durch Ein- und Ausatmen	Äussere Atmung
Diffusion in der Lunge: Aufnahme von O ₂ ins Blut Abgabe von CO ₂ aus dem Blut	
Transport von O ₂ und CO ₂ im Blut	
Diffusion zwischen Blut und Zelle	
Zellatmung: O ₂ -Verbrauch und CO ₂ -Bildung in den Zellen	Innere Atmung

Atemwege



- Nasenhaare halten groben Schmutz, feine Teilchen kleben im Schleim auf Schleimhaut
- In jede Nasenhöhle mündet ein Tränenkanal vom Auge

Kehlkopf



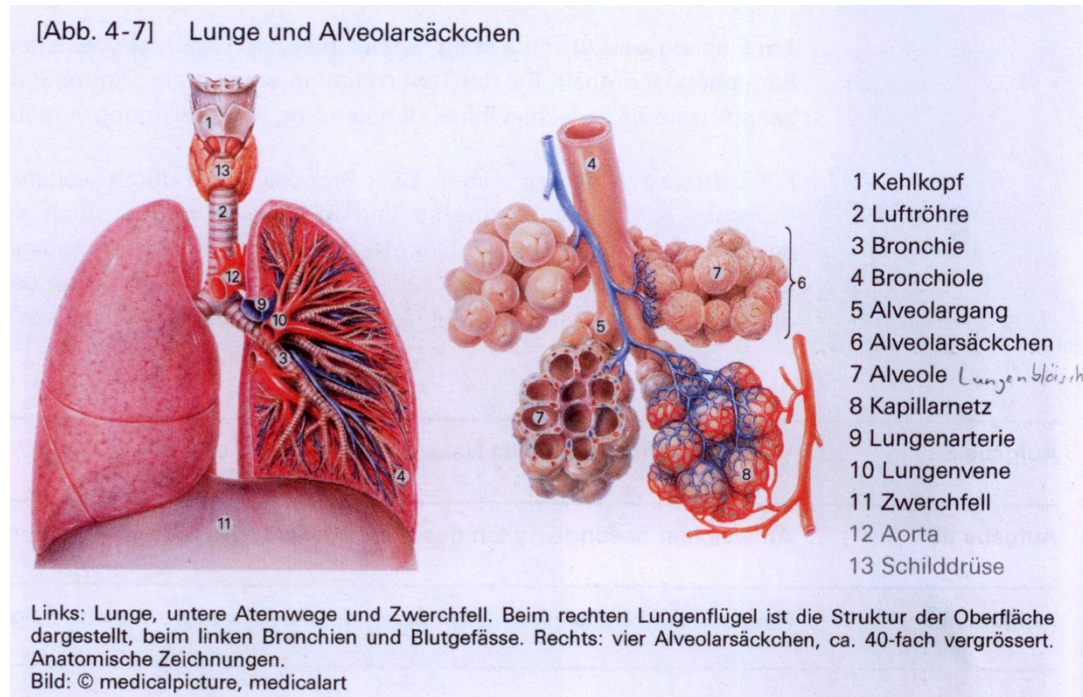
- Stimmritze wird beim Reden stark geschlossen → Stimmbänder werden gespannt
- Tonhöhe wird erhöht durch nach vorne kippen des Schildknorpels

Luftröhre

- Luftröhre ist mit Flimmerepithel mit Wimpern und Drüsenzellen ausgekleidet
 - Auf Schleimteppich bleibt Schmutz kleben, mit Wimpern nach oben befördert

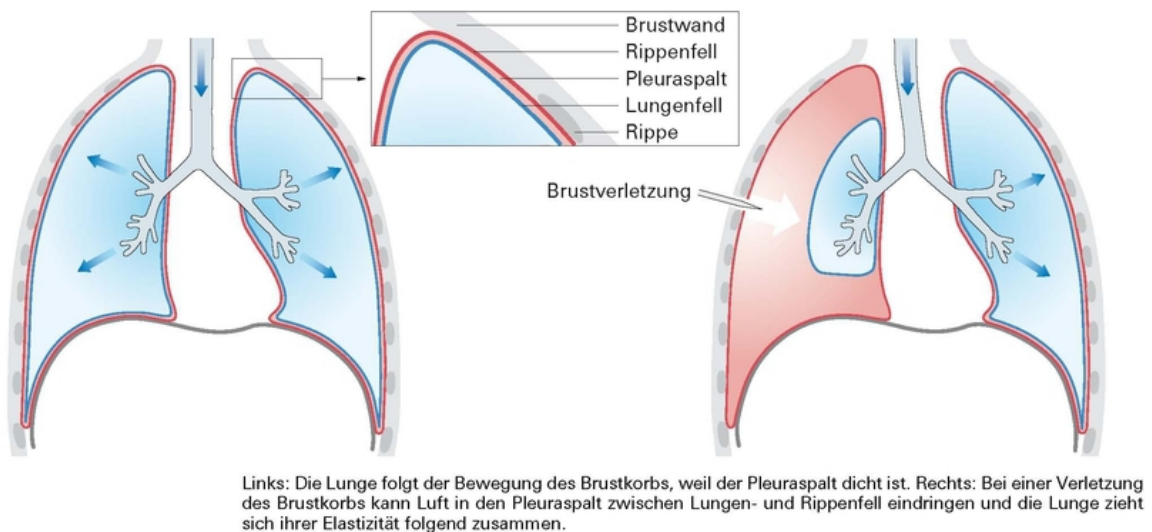
Lunge

Innerer Aufbau



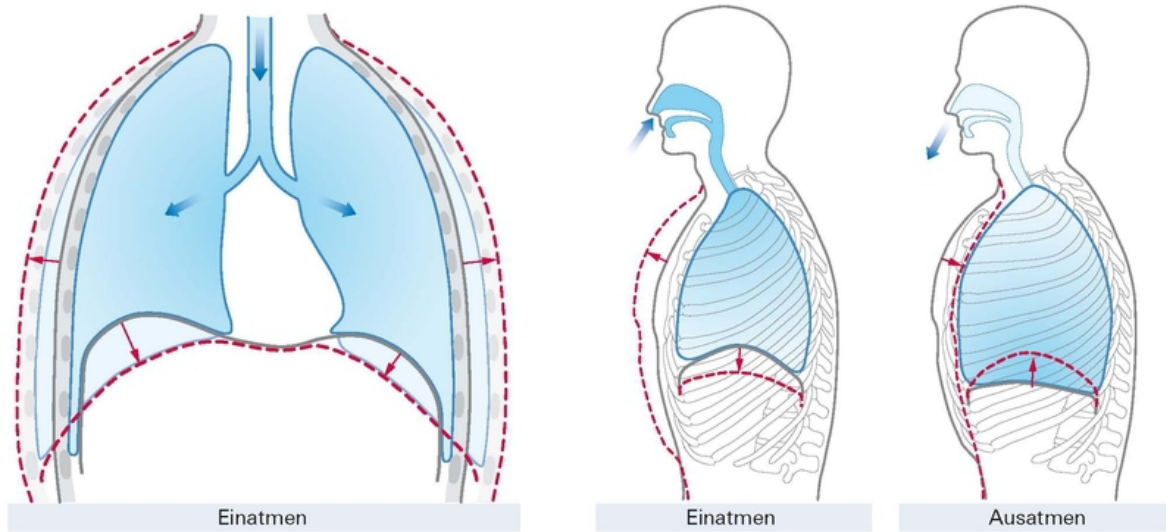
- Lungenbläschen (Aveolen) sind durch feines Epithel von Blutkapillaren getrennt
 - Dazwischen Gasaustausch durch Diffusion
 - Oberfläche von Tennisplatzhälfte

Äusserer Aufbau



- Zwischen Rippenfell und Lungenfell ist Pleuraspalt
 - Dicht und mit Flüssigkeit gefüllt → wie Kugellager
- Zwerchfell ist Muskelkuppel welche sich durch Kontraktion abflacht → einatmen

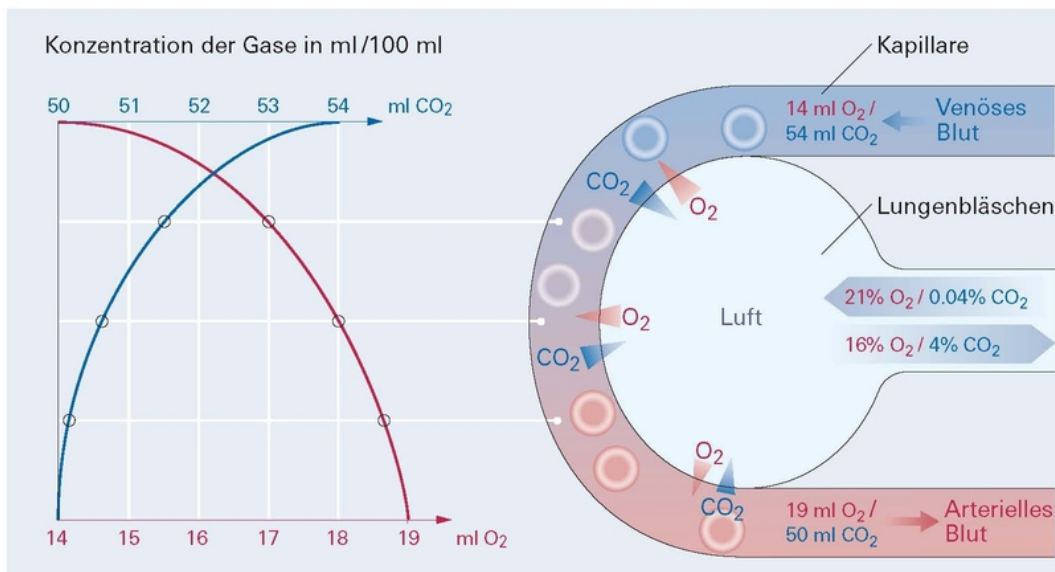
Belüftung



Beim Einatmen wird der Brustraum und damit das Lungenvolumen vergrößert durch Anheben des Brustkorbs und Senken des Zwerchfells. Beim Ausatmen senkt sich der Brustkorb und das Zwerchfell wird angehoben.

- Brustatmung: Zwischenrippen-Muskulatur
- Bauchatmung: Zwerchfell
- Fassungsvermögen: 6-7 Liter Luft

Gasaustausch

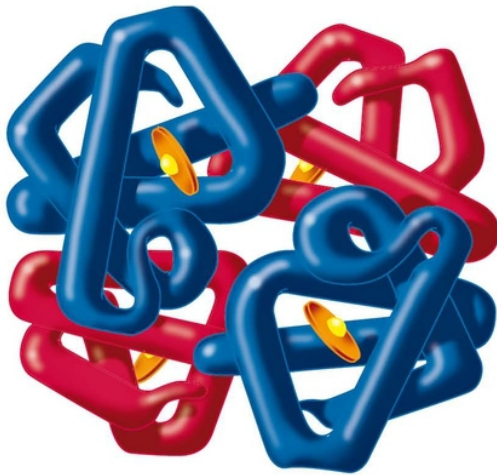


Die Volumenangaben für O₂ und CO₂ beziehen sich auf das Volumen der Gase in 100 ml Blut.

Sauerstoffanteil in Atemluft sinkt nur um 5%

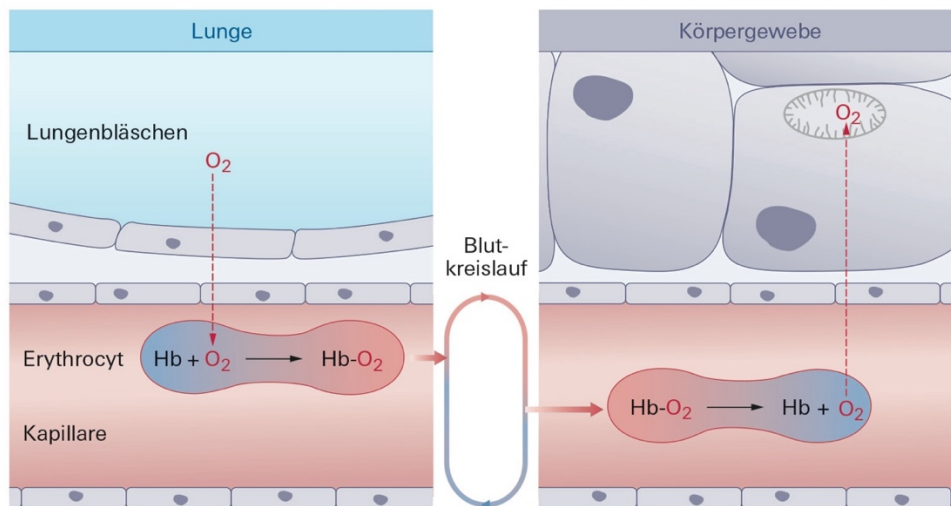
Gastransport im Blut

Sauerstofftransport



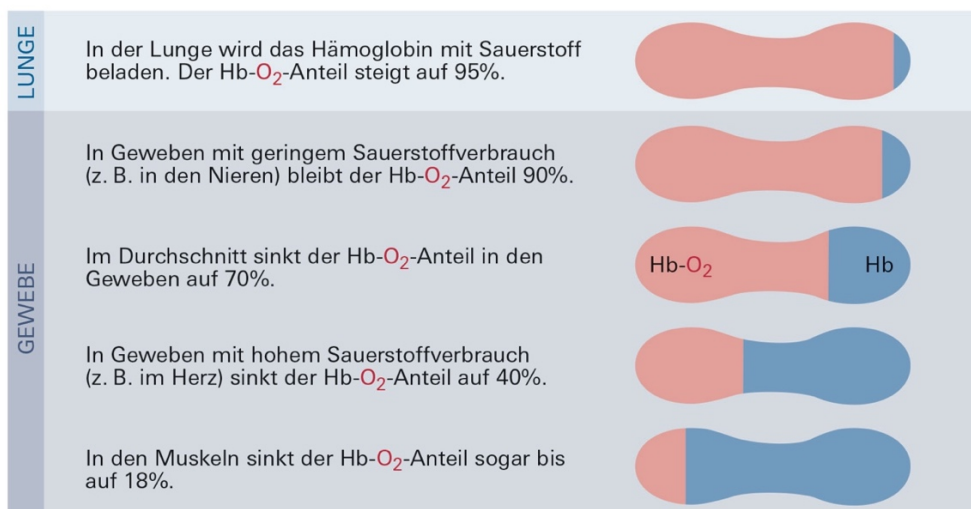
Das Modell des Hämoglobin-Moleküls zeigt die Umrisse und die Anordnung der vier Peptidketten, ohne Details ihrer Struktur. Gleiche Ketten sind in der gleichen Farbe dargestellt. Das Häm-Molekül in jeder Kette ist als orangefarbene Scheibe mit einer gelben Kugel für das Eisen-Ion dargestellt.

- Hämoglobin-Molekül bindet mittels Eisen-Ion das O_2 -Molekül



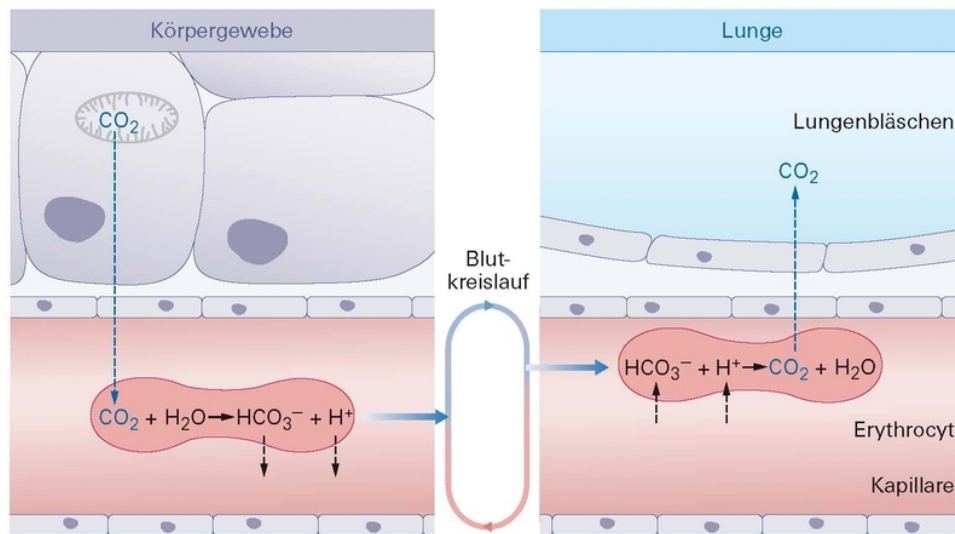
Weil die Konzentration des Sauerstoffs in der Luft hoch ist, diffundiert er ins Blut und bindet sich ans Hämoglobin.

Weil die Konzentration des Sauerstoffs im Gewebe tief ist, löst er sich vom Hb- O_2 und diffundiert in die Zellen.



Das Hb- O_2 gibt den gebundenen Sauerstoff in den Geweben nur unvollständig ab.

Kohlendioxidtransport

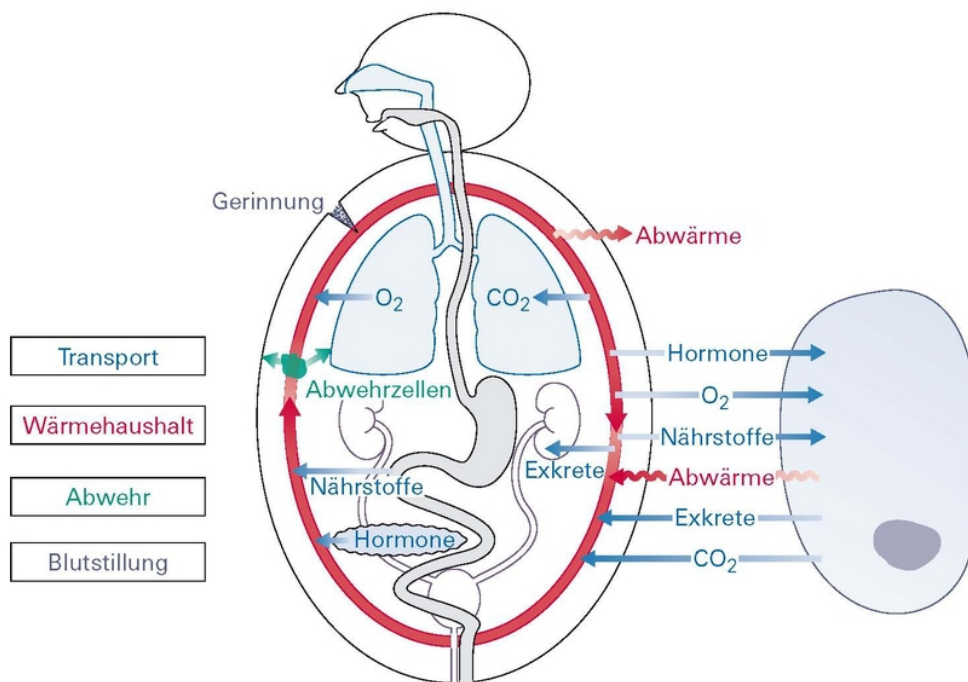


Kohlendioxid wird ins Blut aufgenommen, weil seine Konzentration in den Geweben hoch ist.

Kohlendioxid wird aus dem Blut abgegeben, weil seine Konzentration in der Luft im Lungenbläschen tief ist.

CO₂ reagiert im Wasser zu Ionen (HCO₃⁻ und H⁺). Wird durch ein Enzym der Erythrocyten katalysiert.

Blut



Exkrete = Abfallstoffe

Zusammensetzung

Zelluläre Blutbestandteile (45 Vol.-%)			Plasma (55 Vol.-%)		
Erythrocyten (Rote Bk)	Leukocyten (Weisse Bk)	Thrombocyten (Blutplättchen)	Wasser	Proteine	Elektrolyte Nährstoffe Hormone Exkrete
5 Mio./mm ³	5000/mm ³	250 000/mm ³	90% des Plasmas	8% des Plasmas	2% des Plasmas

Blutplasma/Blutserum

- Blutgerinnung
 - Blutserum: Blutplasma ohne Gerinnungseiwisse
 - Blutkuchen: Zelluläre Bestandteile mit Gerinnungseiwisse
 - Antigerinnungsmittel hält Gerinnungseiwisse im Serum → bleibt flüssig
- Plasmaproteine: Transport, Abwehr, osmotische Wirkung (Wasserabgabe und -aufnahme)

Rote Blutkörperchen (Erythrocyten)

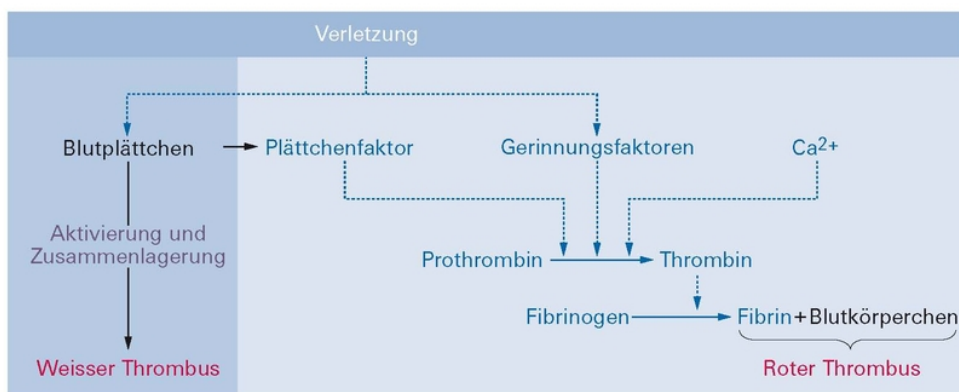
- Kein Zellkern und andere Organellen → mehr Hämoglobin Platz
- Werden im roten Knochenmark hergestellt
- Nach 4 Monaten in Milz wieder abgebaut
- Erythrocytenzahl kann nach Bedarf angepasst werden
 - In Bergen mehr Erythrocyten produziert → kann trotz höheren Luftvolumen genug Sauerstoff extrahieren (Lungenvolumen begrenzt)
 - Training in Bergen → natürliches Doping

Weisse Blutkörperchen (Leukocyten)

- Vollständige Zellen, können sich bewegen durch Formveränderung
- Makrophagen (grosse Fresser)
 - Phagocytose: fressen Eindringlinge durch Endocytose
- Granulocyten (feine Körnchen im Plasma)
 - Im roten Knochenmark gebildet
 - Mehrere Arten: Meist *Fresszellen*
- Lymphocyten
 - Teil des Immunsystem: spezifische Abwehr von Krankheitserregern
 - Gebildet im Knochenmark, vermehrt in lymphatischen Organen
 - Meist im Lymphsystem
- Blutplättchen (Thromocyten)
 - Kernlose Zellbruchstücke
 - Für Blutstillung und Blutgerinnung

Blutstillung

- Gefässverschluss: Gefässkrampf → Gefässe ziehen sich zusammen
- Weisser Thrombus: Plättchenpfropf mittels An- und Zusammenlagerung Blutplättchen
- Blutgerinnung

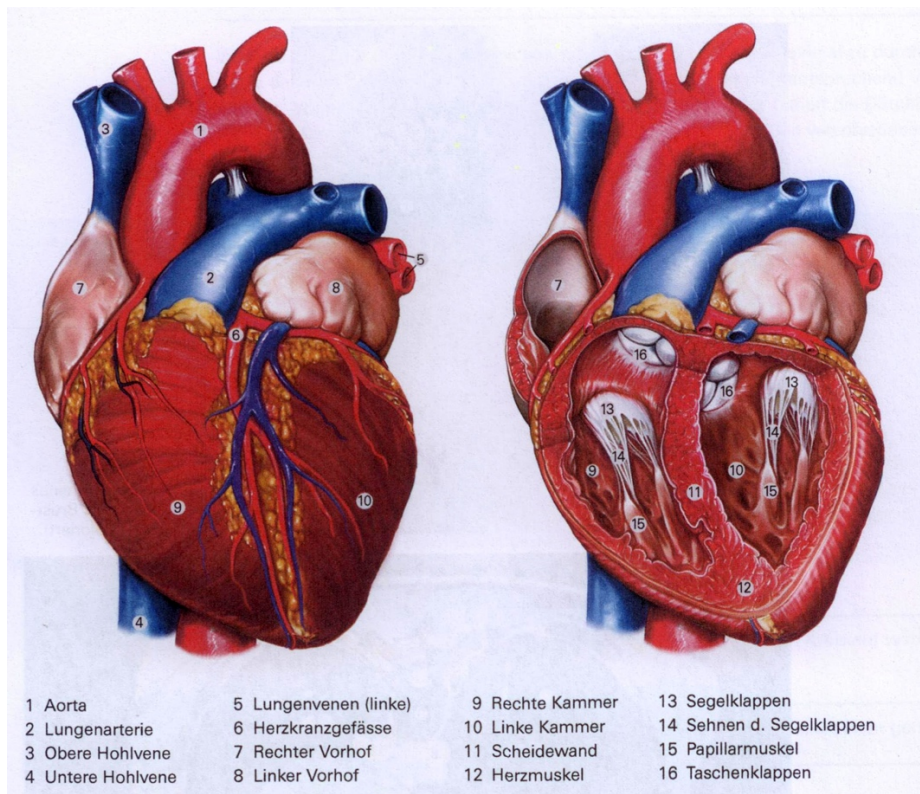


Die Fibrinfäden bilden ein **Fibrinnetz**, das sich zusammenzieht und Blutplättchen sowie Blutkörperchen einschliesst. So entsteht an der Leckstelle in ca. 5 Minuten ein stabiler Pfropf (**roter Thrombus**). Er wird nach einigen Tagen durch Bindegewebe ersetzt.

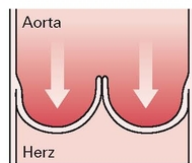
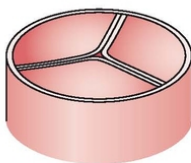
- Trombose: Gerinnung innerhalb eines Gefässes (Trombus) → Verstopfung → Absterben von Körperteilen
- Embolie: Trombus bleibt hängen, meist Lunge

Blutkreislauf

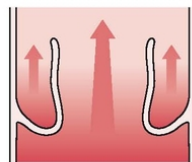
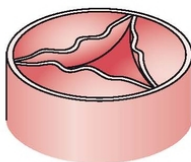
Herz



- Herz umgeben von Herzbeutel mit zwei Häuten (ähnlich wie Lunge)
- Rechte Seite: venöses Blut – zur Lunge
- Linke Seite: arterielles Blut – in den Körper
- Zwischen Vorhof und Kammer: Segelklappen, wie Schwingtüren
- Ausgang der Herzkammern: Taschenklappen



Wenn der Druck des Bluts im wegführenden Gefäss (Aorta oder Lungenarterie) höher ist als in der Herzkammer, füllen sich die Taschen, legen sich aneinander und verhindern so, dass das Blut ins Herz zurückfließt.



Wenn der Druck in der Herzkammer höher ist als im wegführenden Gefäss, drückt das Blut die Taschenklappen auf. Die Taschen werden geleert und an die Wand gepresst.

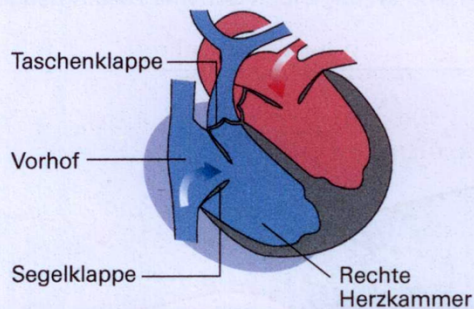
- Systole: Kontraktion des Herzmuskels
- Diastole: Entspannung des Herzmuskels

Funktionsweise

- Herztöne
 - Erster, dumpfe Ton: Anspannung der Muskulatur
 - Zweiter, hellere Ton: Schliessen der Taschenklappen
- Blutdruck (normal 120/70 mm Hg)
 - Höchster Wert: Systolischer Druck (Kontraktion)
 - Tiefste Wert: Diastolische Druck (Entspannung Herz)

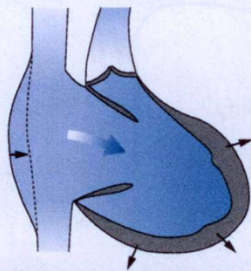
Ablauf einer Herzaktion

6.3.4 Ablauf einer Herzaktion



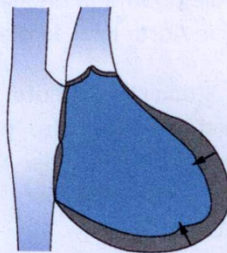
Weil die beiden Herzhälften gleich und synchron arbeiten, stellen wir im Folgenden nur die **rechte Herzhälfte** dar.

① Vorhof-Systole



Die **Kontraktion** beginnt im **Vorhof**. Er presst Blut durch die **offenen Segelklappen** in die Kammer, die sich noch etwas dehnt und so ihre maximale Füllung erreicht.

② Kammer-Systole: Anspannung

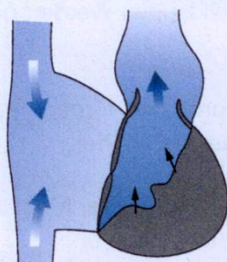


Die **Segelklappe wird geschlossen**.

Die Muskulatur der **Kammer kontrahiert** und der Druck in der Kammer steigt.

Sobald der Druck in der Kammer hoch genug ist, wird die **Taschenklappe aufgestossen** und

③ Kammer-Systole: Austreibung

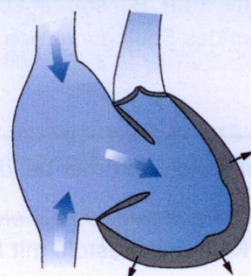


das Blut **wird ausgestossen**.

Das Volumen der Kammer vermindert sich bei der Systole von etwa 140 ml auf die Hälfte. Gleichzeitig wird der Vorhof grösser. Dadurch saugt das Herz Blut aus den Venen an.

Während der Systole sinkt der Druck in der Kammer. Sobald er kleiner ist als in der Lungenarterie, **schliesst sich die Taschenklappe**. Die Systole ist beendet.

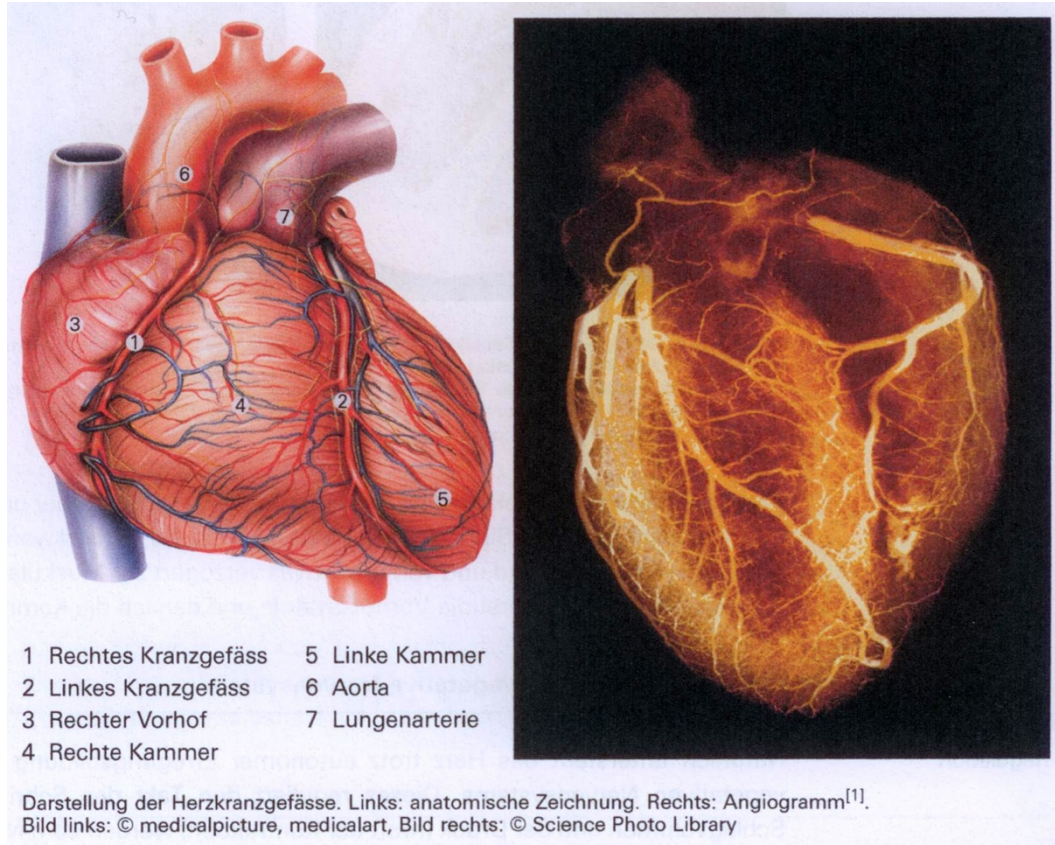
④ Kammer-Diastole



Dem Schliessen der Taschenklappe folgt die **Kammer-Diastole**. Der Herzmuskel entspannt sich und das Herz kehrt seiner Elastizität folgend zur Ausgangsform zurück.

Sobald der Druck in der Kammer tiefer ist als im Vorhof, **öffnet sich die Segelklappe**. Das Blut fließt aus den Venen via Vorhof in die Kammer. Die **Kammer füllt sich**.

Versorgung

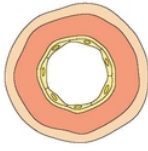



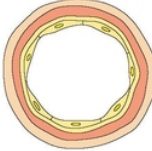


- *Herzkranzarterien* und *Herzkranzvenen* versorgen Herz mit frischem Blut
- Herzinfarkt: Krankhafte Verengung der Herzkranzgefäße
→ Verstopfung → Herzmuskel stirbt ab

Steuerung

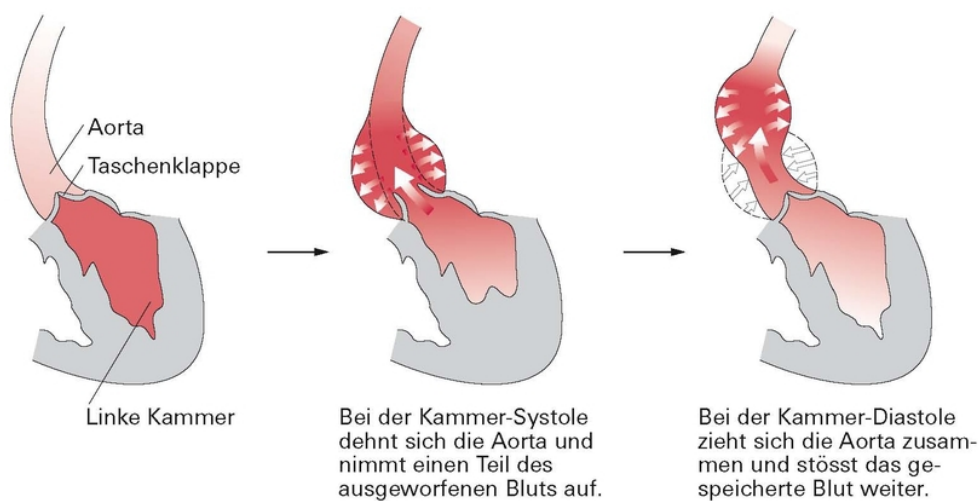
- *Sinusknoten*: sendet rhythmische elektrische Impulse → liegt in rechtem Vorhof
 - Autonom, vegetatives Nervensystem reguliert Takt und Schlagvolumen bzw. Druck
- EKG (Elektrokardiogramm) misst elektrische Spannung auf Haut des Sinusknoten

Blutgefässe

	Arterien	Arteriolen	Kapillaren	Venolen	Venen
Wandbau					
Wanddicke	1–2.5 mm	20 μm	1 μm	10 μm	0.5–1.5 mm
Durchmesser	4–25 mm	40 μm	10 μm	60 μm	5–30 mm

- Aussenschicht: Bindegewebe
- Mittlere Schicht: glatte Muskulatur und elastische Fasern
- Innenschicht: Endothel (Epithel) – absolut Glatt

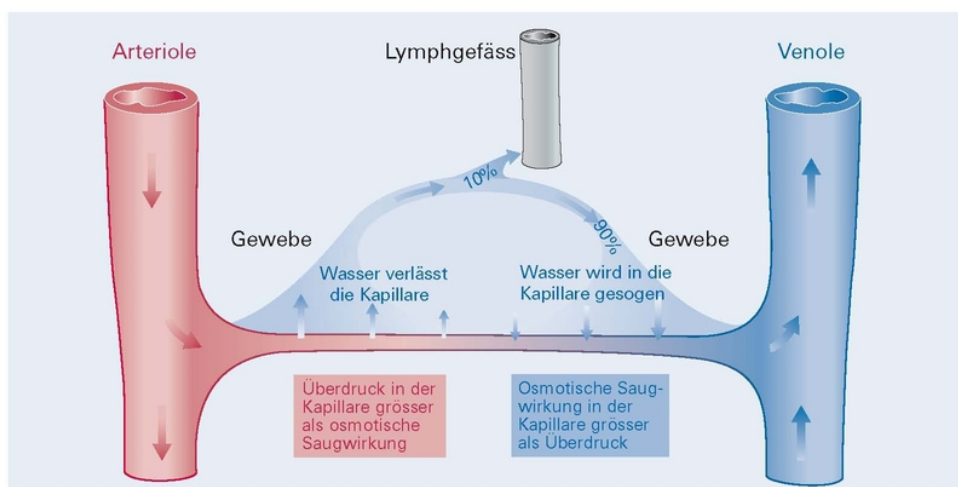
Arterien



Windkesselfunktion der Arterien ermöglicht gleichmässiger Blutstrom
Blutverteilung: Glatte Muskulatur steuert Durchmesser der Arterien

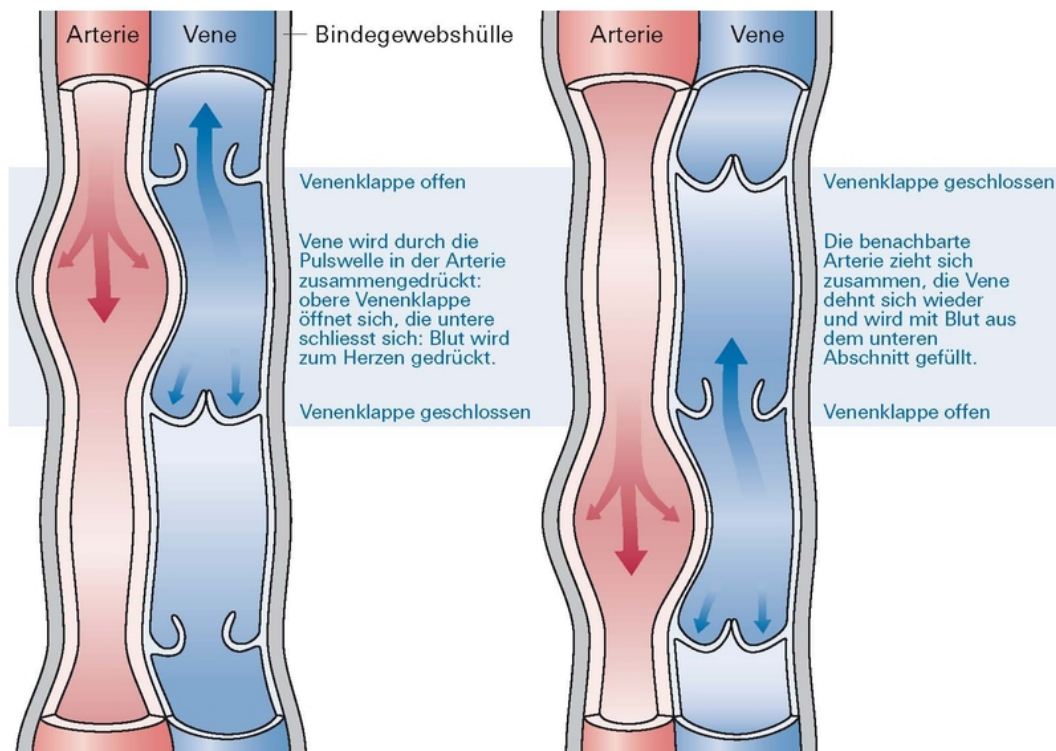
Kapillaren

- In Kapillare ist Blutstrom sehr langsam für Stoffaustausch



- Arteriell Blut: Wasser wird in Gewebe gedrückt
- Venös Blut: 90% wieder eingesogen, Rest in Lymphsystem (Osmose)
- Ödeme: Wasseransammlung in Gewebe durch erhöhtem Blutdruck

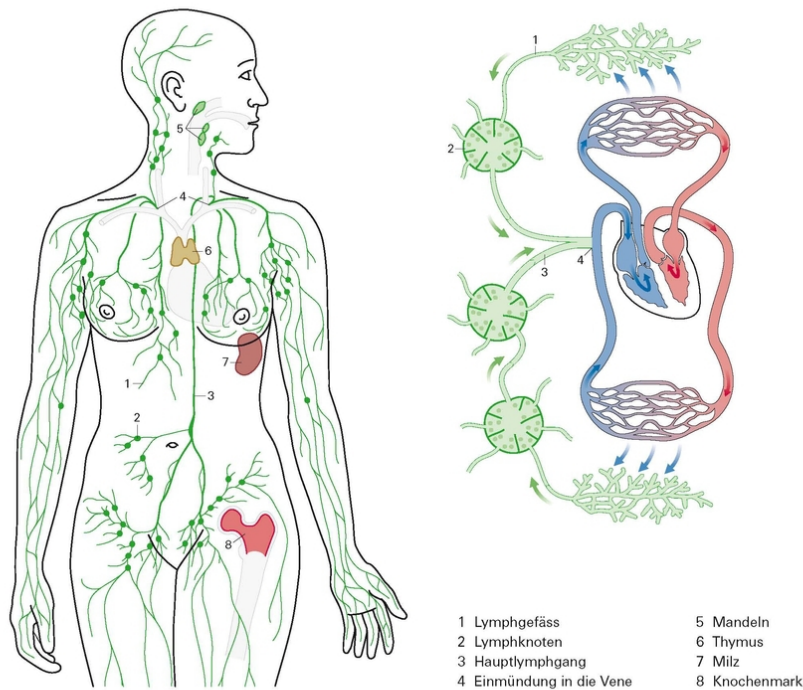
Venen



Die Pulswelle in der Arterie drückt die benachbarte Vene an einer Stelle zusammen und presst dadurch das Blut in den nächsten Venenabschnitt. Die Venenklappen sorgen dafür, dass das Blut immer zum Herz hin gepresst wird.

- Venen grösser und dünnwandiger (weniger Druck)
- Venenklappen verhindert Zurückfliessen
- Transport durch benachbarte Muskeln und Arterien und Sogwirkung Herz

Lymphsystem



- Abwehr von körperfremden Stoffen
- Befördert Flüssigkeiten aus Gewebe zurück in Blutkreislauf
- Transportiert Fett vom Darm ins Blut

Aufteilung

- Lymphe
 - Flüssigkeit, ähnlich wie Blutplasma, Eiweissgehalt tiefer (Eiweiss zu gross)
- Lymphgefäss
 - Kein Kreislauf
 - Beginnen im Gewebe, Enden bei Halsgegend ins Blut
 - Ähnlicher Bau wie Venen
- Lymphknoten
 - Lagerung für Lymphocyten
 - Vereinigung von kleinen Gefässen
 - Filtriert und phagocytiert Fremdkörper

Organe

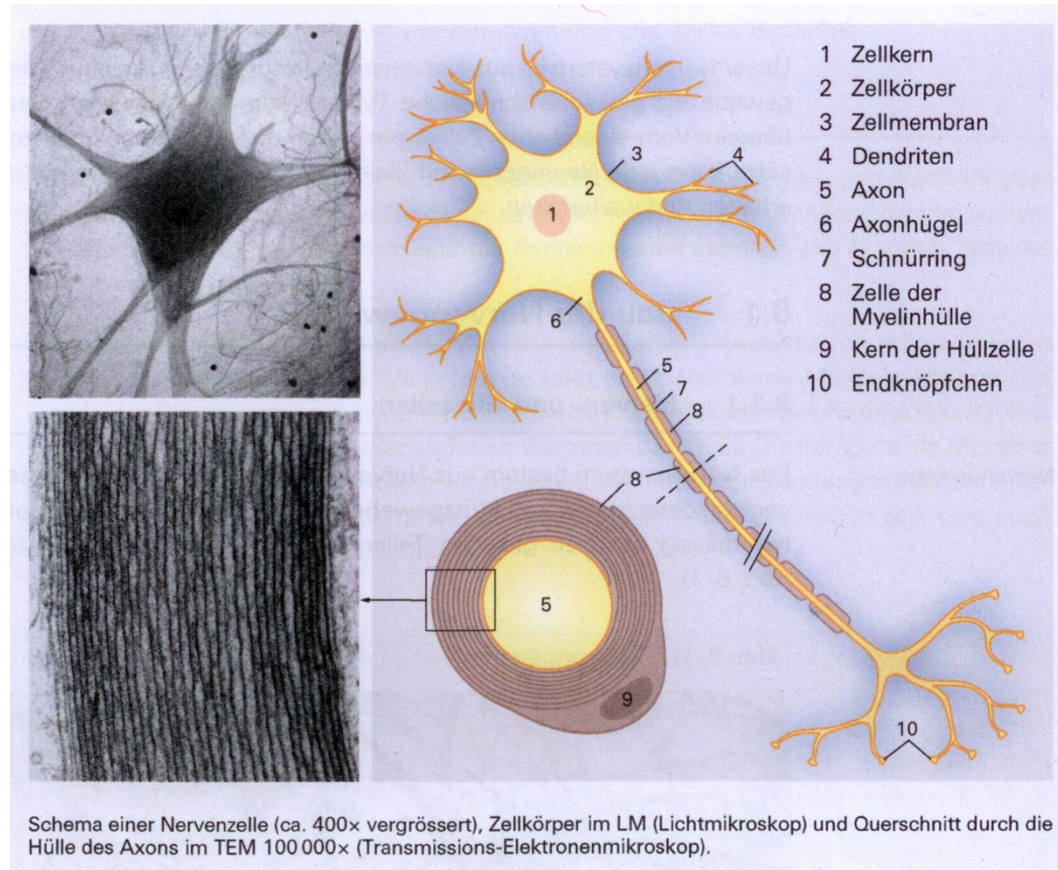
- Rotes Knochenmark
 - Primäre lymphatische Organe
 - Vorläuferzellen aller Lymphocyten gebildet
- Thymus
 - Primäre lymphatische Organe
 - Reifung und Prägung der T-Lymphocyten
- Milz
 - Filter für das Blut
 - Baut alte Erythrocyten ab
 - Speichert Blutplättchen und baut alte ab
 - Produziert und baut Lymphocyten ab
- Mandeln
 - Rachenraum zugänglich für Krankheitserreger → bewacht von Mandeln

Nervengewebe

Bau

Entstehen aus Stammzellen

Nervenzellen



- Am Endknöpfchen wird Erregung von Axon auf Dendrit/Zellkörper eines Neurons übertragen
 - *Synapse*: Spalt zwischen Membranen
- Myelinhülle: Isolierende, weisse Hülle aus mehreren Membranschichten
 - Einzelne 1mm-Abschnitte unterbrochen von Ranvier-Schürring
 - Mit Myelinhülle Übertragung schneller, weil nicht ganzes Axon polarisiert werden muss
 - Von speziellen Gliazellen gebildet

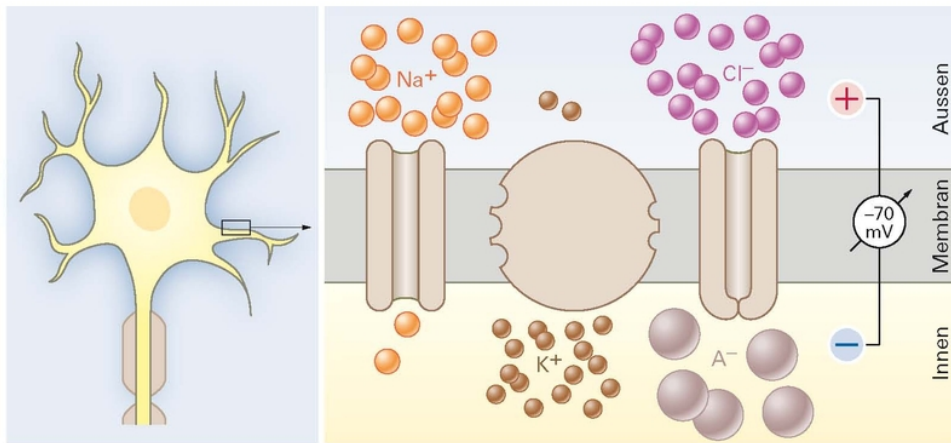
Gliazellen

- Stützt und schützt Neuronen (durch Kontrolle von Stofftransport)
- Mit Botenstoffen an Erregungsleitung beteiligt
- Hilft bei Entwicklung und Regeneration Nervensystem

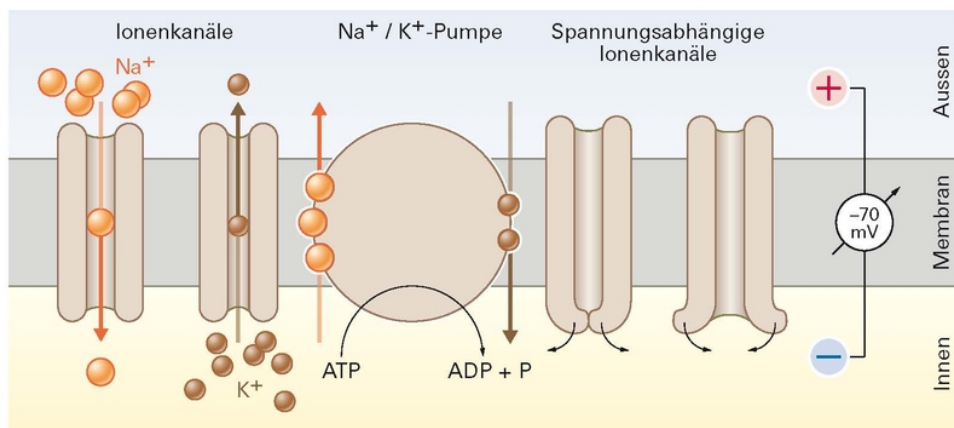
Zentralen

- Graue Substanz
 - Zellkörper und Gliazellen im Zentralnervensystem (ZNS)
- Weisse Substanz
 - Axone mit weissen Myelinhüllen im ZNS

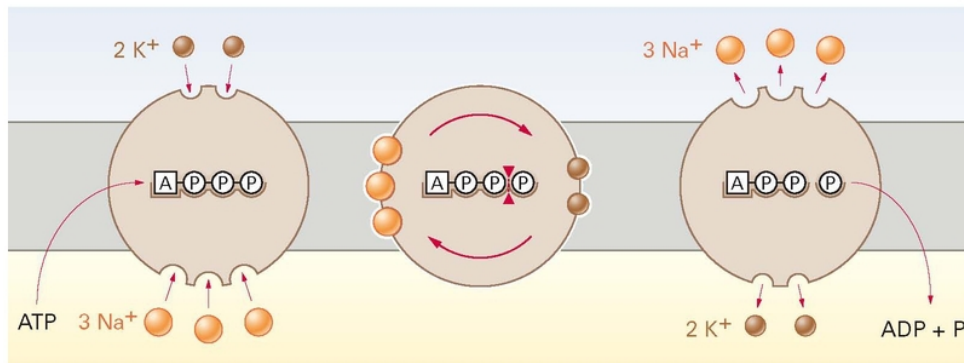
Ruhe-Membranpotential



- Ruhepotential: Membranpotential von ruhenden Nervenzellen
 - Ca. -70mV
 - Zellinnen gegenüber Umgebung negativer geladen
 - Aussen: Natrium-Ionen (Na^+)
Chlorin-Ionen (Cl^-)
 - Innen: Kalium-Ionen (K^+)
grosse Eiweiss-Anionen (A^-)
 - Wird unter Energieaufwand aufrechterhalten



- Spezifische Ionenkanäle lässt Ionen diffundieren
 - Geöffnet und geschlossen durch Botenstoffe oder Spannungsänderung
 - Na- und K-Kanäle wichtig
- Geschwindigkeit und Richtung von Konzentrationsgefälle und Membranpotential beeinflusst



Die Natrium / Kalium-Pumpe befördert Natrium- und Kalium-Ionen durch die Membran. Für 3 exportierte Na⁺ werden 2 K⁺ importiert. Die Spaltung von ATP liefert die Energie.

- Natrium/Kalium-Pumpe schafft mehr positive Ladung nach aussen als nach Innen
 - Für 3 Na⁺ nach aussen, 2 K⁺ nach innen

Aussen Membran Innen

-70 mV

Na⁺

3 Na⁺

2 K⁺

K⁺

Cl⁻

A⁻

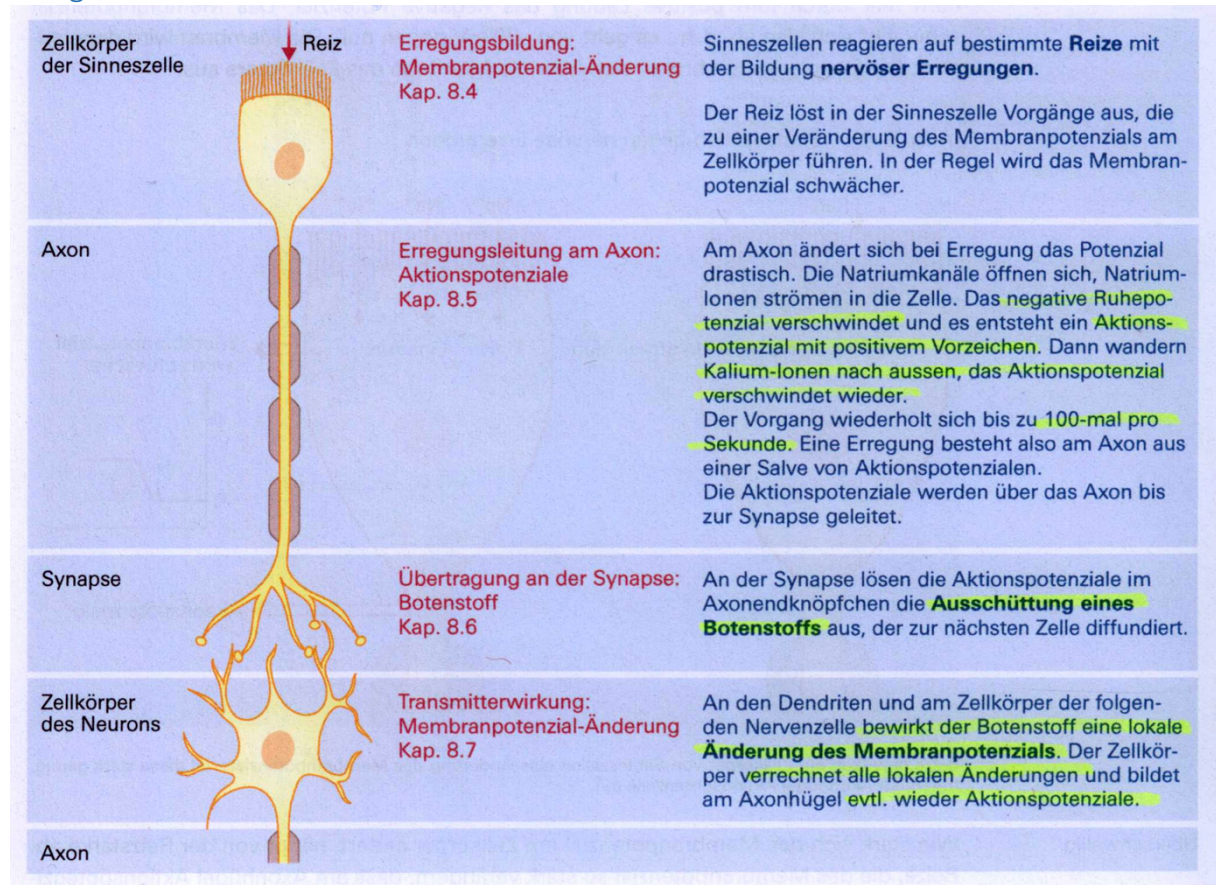
Die Natrium-Ionen, die aussen viel höher konzentriert sind, diffundieren aufgrund des Konzentrationsgefälles nach innen. Die Einwanderung wird auch durch die negative Ladung im Inneren begünstigt. Weil in der Membran nur die wenigen spannungsunabhängigen Natriumkanäle offen sind, diffundieren aber trotzdem nur wenige Natrium-Ionen in die Zelle. Sie werden von der Natrium / Kalium-Pumpe unter Energieaufwand laufend wieder aus der Zelle geschafft.

Für Kalium-Ionen ist die Membran im Ruhezustand besser durchlässig als für Natrium-Ionen (mehr spannungsunabhängige Kanäle). Die Kalium-Ionen diffundieren, ihrem Konzentrationsgefälle folgend, nach aussen. Ihre Auswanderung wird aber durch die positive Ladung aussen behindert und limitiert. So stellt sich ein Gleichgewicht ein: Das Konzentrationsgefälle drückt Kalium-Ionen aus der Zelle, das Membranpotenzial treibt sie hinein.

Auch bei den Chlorid-Ionen besteht ein solches Gleichgewicht. Das Konzentrationsgefälle drückt sie in die Zelle, das negative Membranpotenzial treibt sie hinaus.

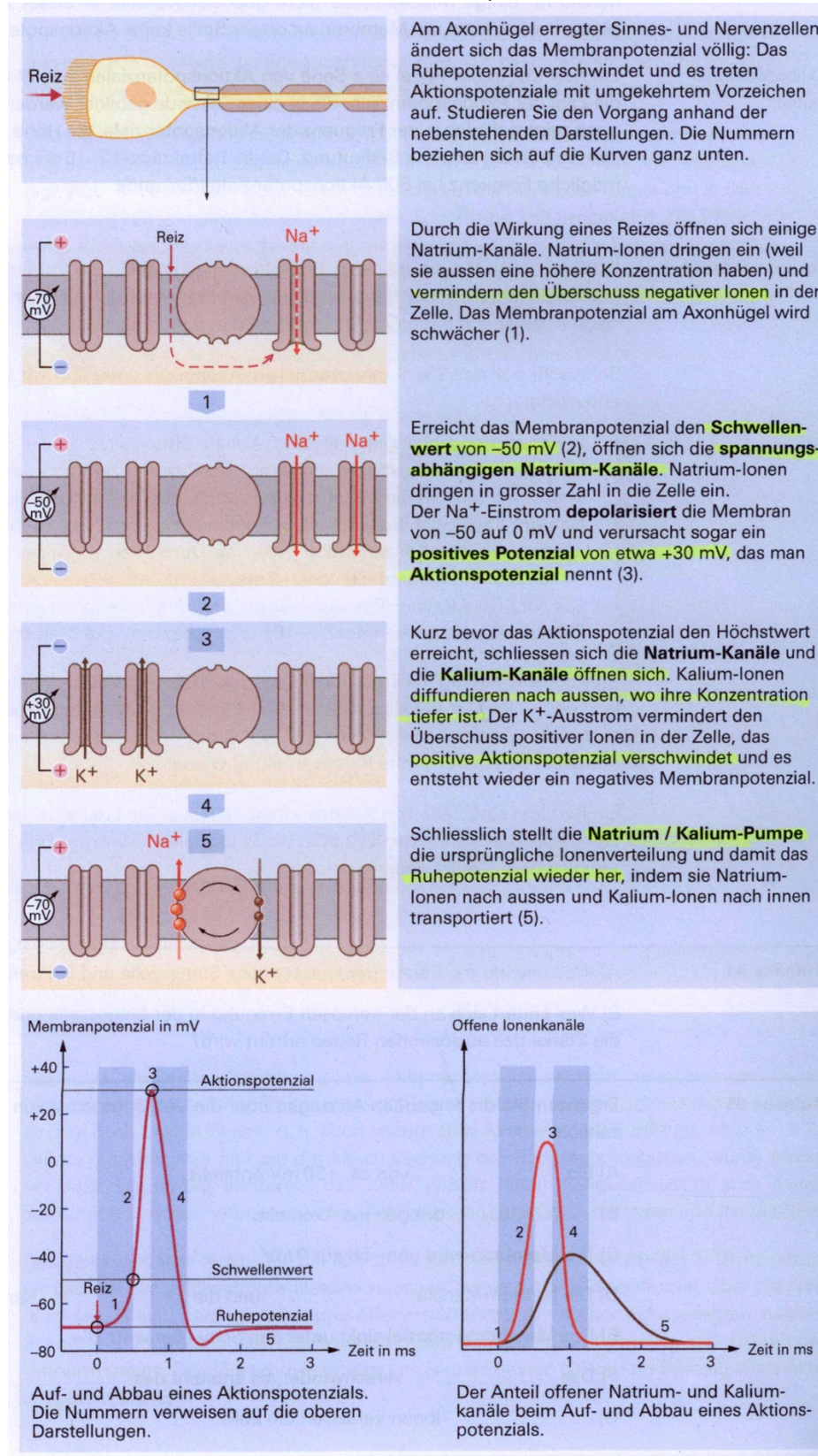
Die grossen negativ geladenen Eiweiss-Ionen können die Zelle nicht verlassen.

Erregbarkeit von Nervenzellen



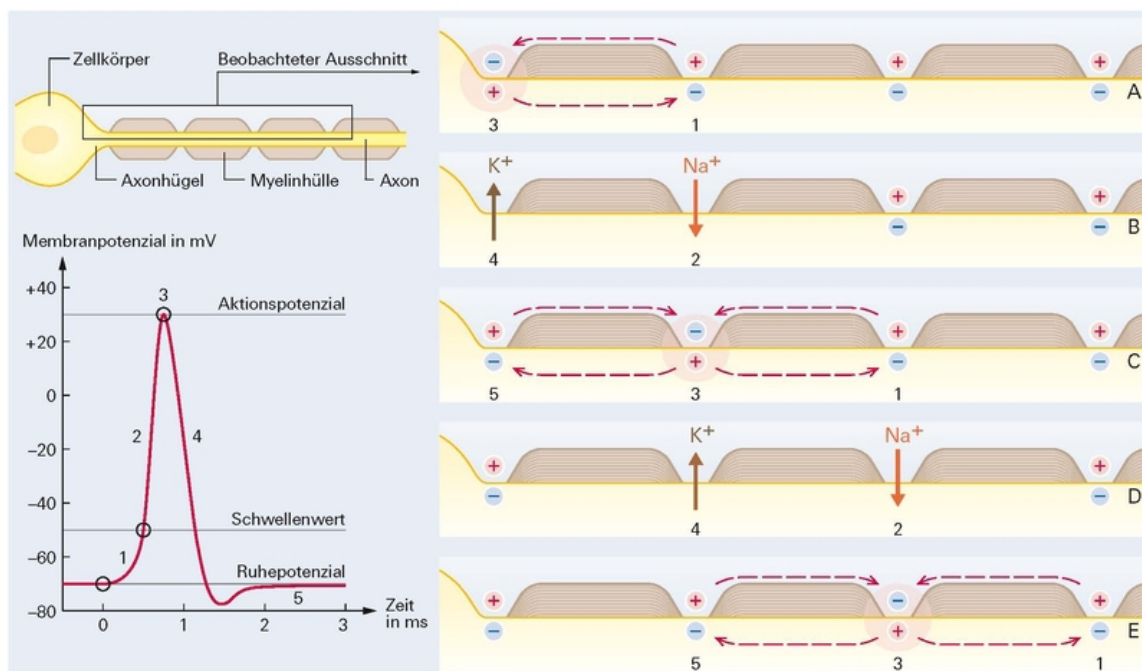
Erregungsbildung

Bei bestimmten Reizen wird Membran depolarisiert



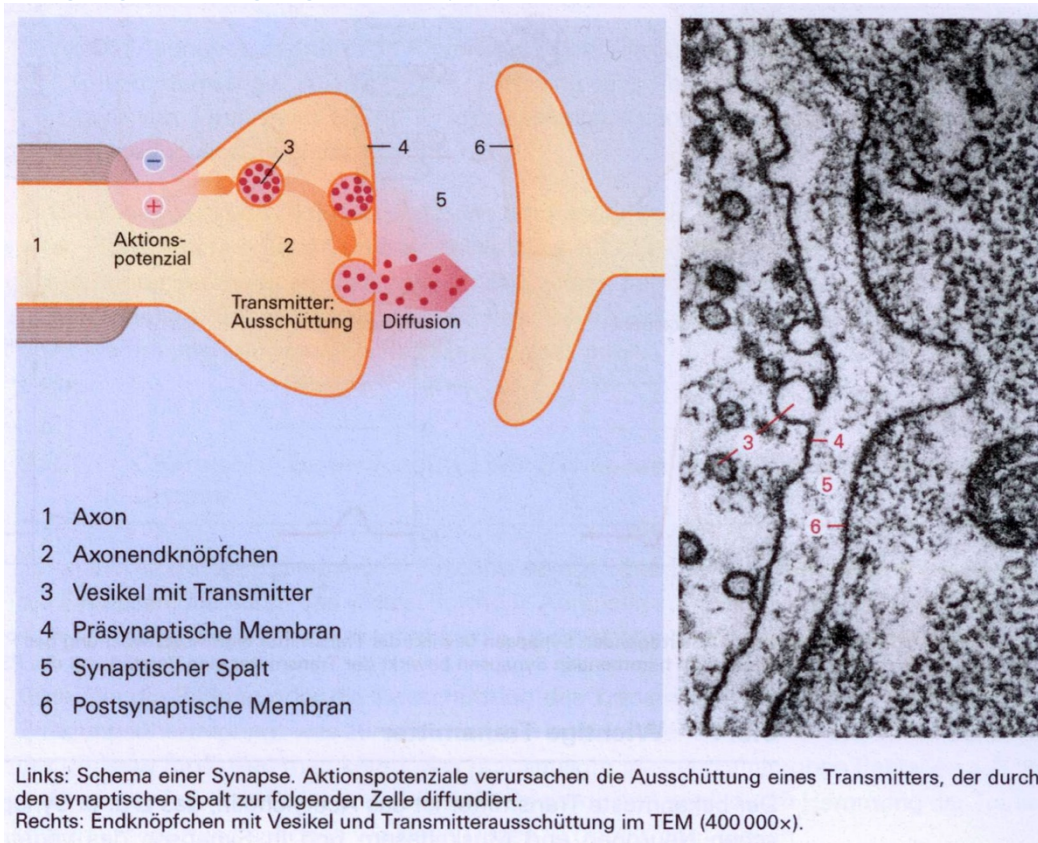
- Auf- und Abbau dauert $1\text{--}2\text{ ms}$
- Während anschliessender *Refratärzeit* kann kein Aktionspotential aufgebaut werden
- Reizstärke steigt Frequenz der Aktionspotentiale, nicht die Höhe der Amplitude!
 - Max. 500 Hz

Weiterleitung von Aktionspotentialen

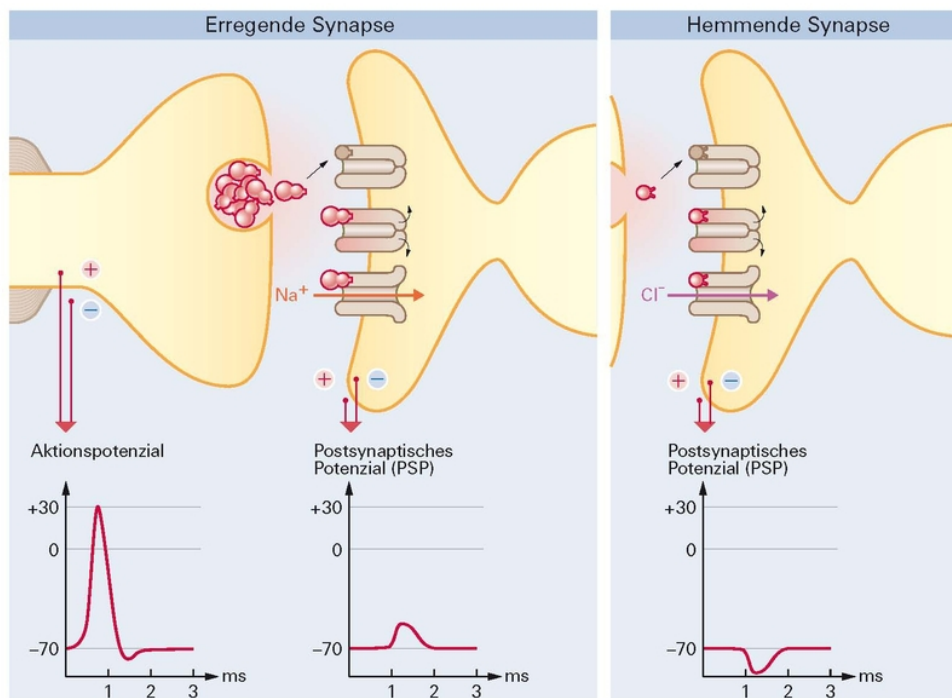


- Zwischen Zellkörper/Axonhügel und 1. Schnürring fließen Ausgleichströme, weil nah beieinander
 - Ionen diffundieren im Plasma und Interzellulär Flüssigkeit
 - Wenn Schwellwert am 1. Schnürring unterschritten wird, Natrium-Kanäle öffnen → Positives Aktionspotential entsteht
 - Aktionspotential verschwindet am Axonhügel
- Nun fließen Ausgleichströme beim 1. Schnürring auf beide Seiten
 - Refraktärzeit verhindert, dass das Aktionspotential endlos hin und her pendelt
 - → Sonst würde nun Zellkörper wieder Aktionspotential aufbauen → doch Natriumkanäle sind für 2-10ms gesperrt
- Vorgang wiederholt sich zwischen 1. und 2. Schnürring und so weiter
- Aktionspotential wird nicht schwächer über Länge des Leiters

Erregungsübertragung an den Synapsen



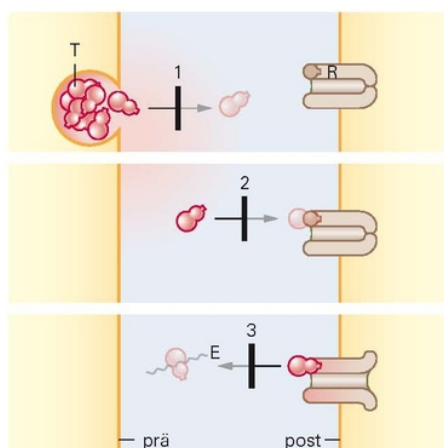
- Beim Eintreffen eines Aktionspotential wird Vesikel mit Transmitter entleert
→ Diffundiert zum postsynaptische Membran



Links: An erregenden Synapsen bewirkt der Transmitter eine Abschwächung des PSP.
 Rechts: An hemmenden Synapsen bewirkt der Transmitter eine Verstärkung des PSP.

- Rezeptoren des postsynaptischen Membran sind mit Ionenkanäle gekoppelt → öffnen sich bei Anlagerung
- Erregende Synapsen: Schwächen das postsynaptischen Potential (PSP)
 - Öffnen Natrium-Kanäle
- Hemmende Synapsen: Stärkung des postsynaptischen Potential
 - Öffnen Chlorid-Kanälen
- Acetylcholin: Bekanntester Transmitter
- Transmitter wird anschliessend wegdiffundiert, wieder aufgenommen von Endknöpfchen oder inaktiviert
- *Bahnung der Synapsen*: durch rasche Folge von Aktionspotential wird Menge des Transmitter erhöht → Wirkung auf das PSP verstärkt → Kurzfristige Speicherung von Informationen

Wirkung von Giften und Drogen

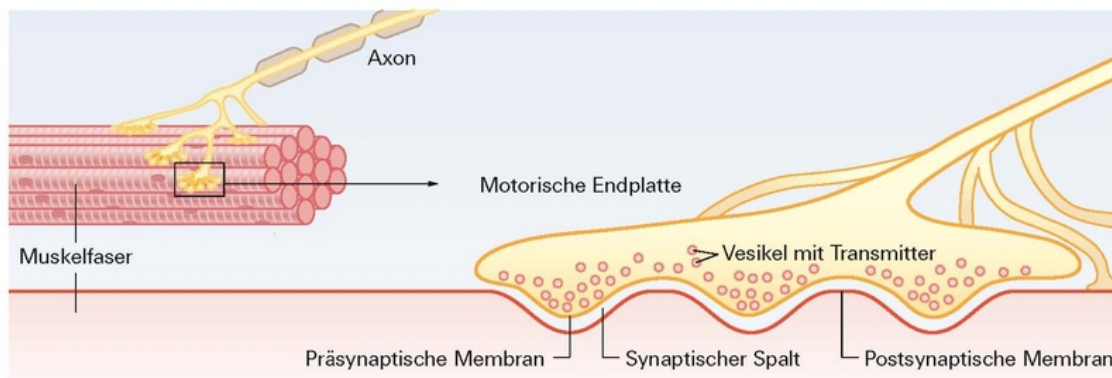


- 1 Gift blockiert die Ausschüttung des Transmitters (T): Lähmung, z. B. Botox.
- 2 Gift blockiert die Bindung des Transmitters an die Rezeptoren (R): Lähmung, z. B. Curare, Atropin.
- 3 Gift blockiert den Abbau des Transmitters durch das Enzym (E): Dauererregung, z. B. Tabun, Sarin.

prä Präsynaptische Membran
 post Postsynaptische Membran

Wirkung des Transmitters in der Zelle

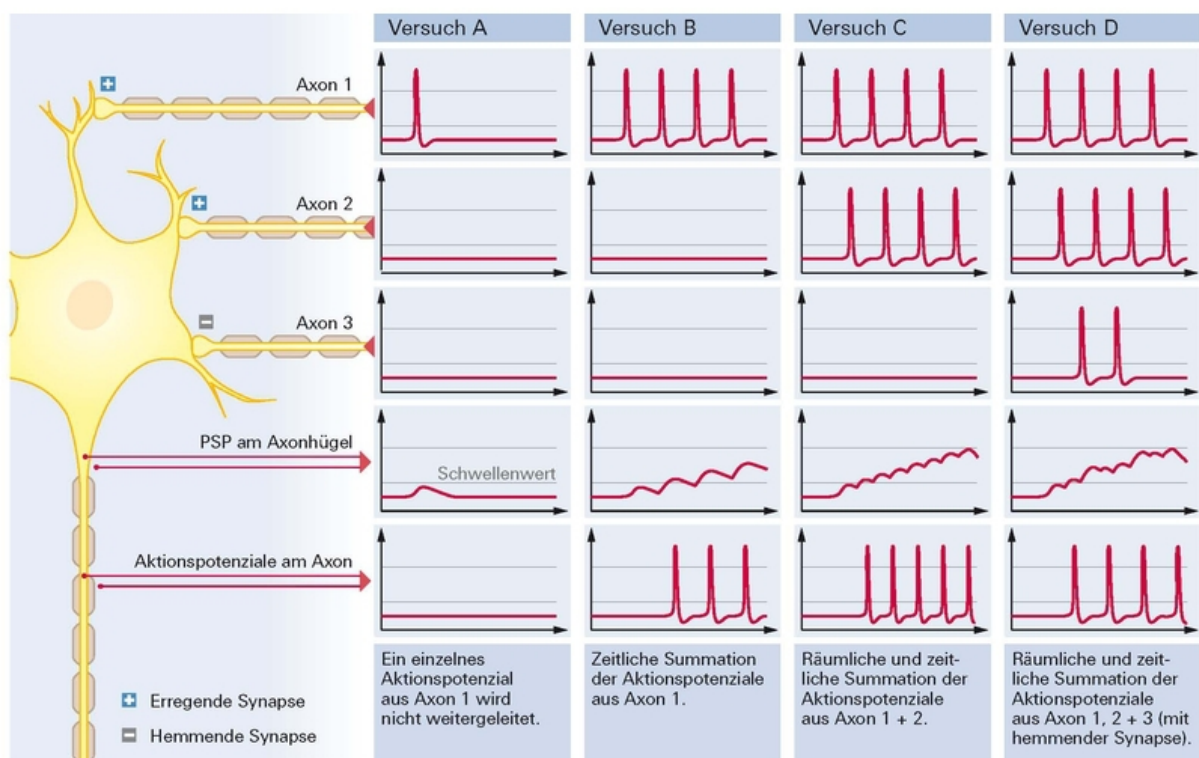
Übertragung der Erregung vom Motoneuron auf die Muskelfaser



Schema eines Axons mit mehreren Endplatten und eines Schnitts durch eine motorische Endplatte.

- Durch Motorische Endplatte ist Kontaktfläche vergrößert
- Serie von vielen Aktionspotential ergibt eine Dauerkontraktion

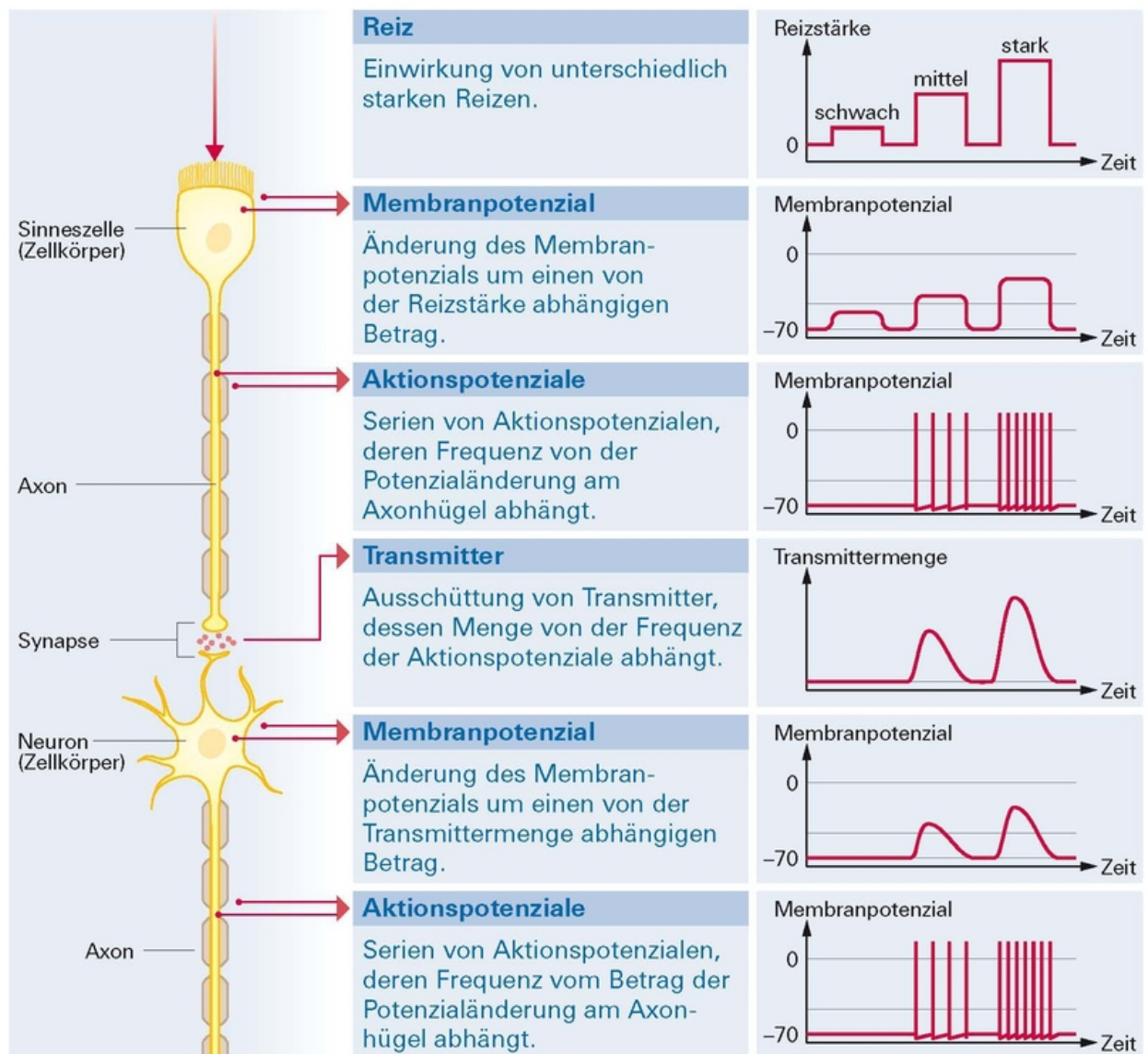
Verrechnung der Potentiale



Vier Versuche zur Verrechnung der Aktionspotentiale, die an einer Nervenzelle eintreffen.

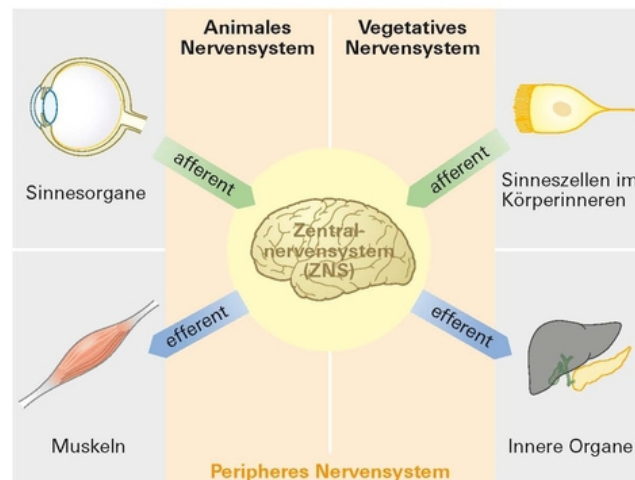
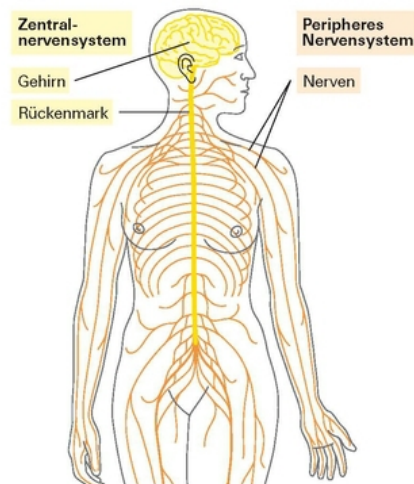
- Die Frequenzen werden Summiert
- Räumliche Summation: mehrere Synapsen feuern gleichzeitig auf Empfängerzelle
- Zeitliche Summation: kurz nacheinander auftretende Potentialänderungen an Synapse
- Hemmende Synapsen können Wirkung von erregender Synapsen kompensieren

Übersicht



Nervensystem

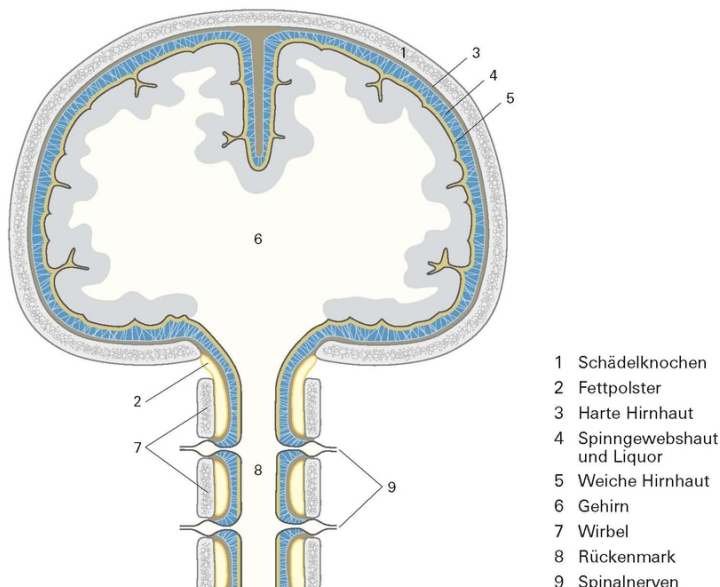
Unterteilung



Das NS wird nach Bau in ZNS und peripheres NS oder nach Funktion in animales und vegetatives NS eingeteilt.

Zentralnervensystem (ZNS)	Bestehen aus Gehirn und Rückenmark
Periphere NS	Nerven, die ZNS und Organe verbinden
Afferent	Sensorische Nervenfasern führen Erregungen von Sensoren zu ZNS
Efferent	Motorische Nervenfasern führen Erregungen von ZNS zu Motoren
Animales (willkürliches) NS	Grosshirn nimmt bewusst wahr und befiehlt
Vegetatives (unwillkürliches) NS	Steuerung innere Organe. Arbeitet mit Hormonsystem

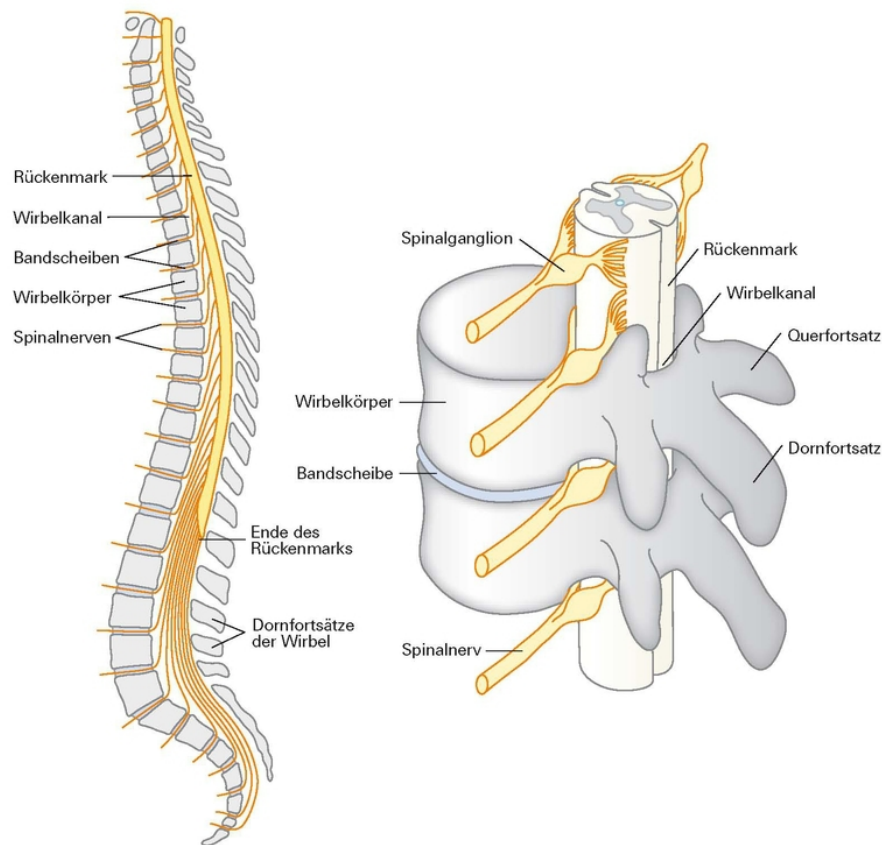
Bau und Lage des ZNS



Schematische Darstellung von Gehirn und Rückenmark mit ihren Hüllen.

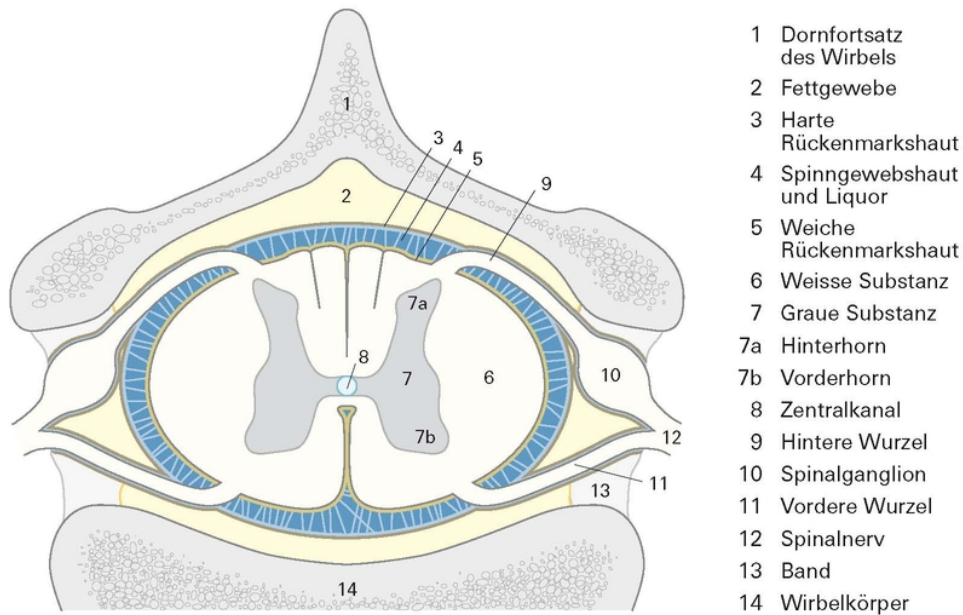
- Liquor: 1mm Spalt mit Flüssigkeit
 - Durchzogen mit Fasern welche die Häute verbindet
 - Stösse dämpfen und Druckschwankungen ausgleichen
- Rückenmark durch Fettpolster geschützt

Rückenmark (RM)



Links: schematischer Längsschnitt der Wirbelsäule und des Rückenmarks. Beachten Sie, dass die Spinalnerven nicht – wie das von der Seite den Anschein hat – durch die Bandscheibe austreten, sondern links und rechts hinter ihr, wie das die rechte Darstellung (Ansicht von hinten links) zeigt.

- Zwischen den Wirbeln treten jeweils l. und r. die Spinalnerven aus
 - Bandscheibenvorfall → drückt auf Spinalnerven → starke Schmerzen
- Rückenmark endet auf Höhe des 1. Lendenwirbel



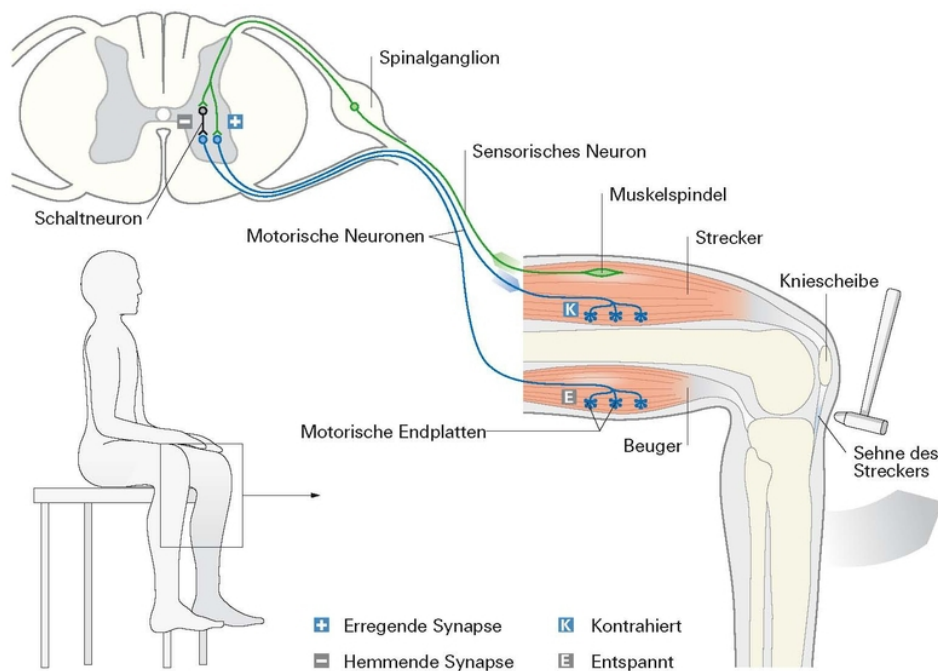
Schema eines Querschnitts durch die Wirbelsäule mit dem Rückenmark, ca. 5-fach vergrössert. Das Rückenmark verläuft von den drei Rückenmarkshäuten umgeben im Wirbelkanal der Wirbelsäule. Links und rechts treten die Spinalnerven ein und aus.

- Weisse Substanz: Nervenfasern (weiss wegen Myelinhülle)
 - Aufsteigende, sensorische Bahnen zum Gehirn
 - Absteigende, motorische Bahnen zum Organ
- Graue Substanz: aus Zellkörper und Dendriten der Nervenzellen
 - Vorderhorn (7b): Zellkörper der Motoneuronen
 - Hinterhorn (7a): vegetative Neuronen und Schaltneuronen
- Hintere Wurzel (9): Sensorische Neuronen ins Rückenmark (Dendrit)
- Vordere Wurzel (11): Motorische Neuronen aus Rückenmark (Axon)

Reflexbogen und Reflex

Schützen und stabilisieren Körper

Eigenreflex



Der Schlag auf die Sehne des Streckers löst dessen Kontraktion aus. Der Reflexbogen besteht aus dem sensorischen und dem motorischen Neuron. Der Beuger wird gehemmt.

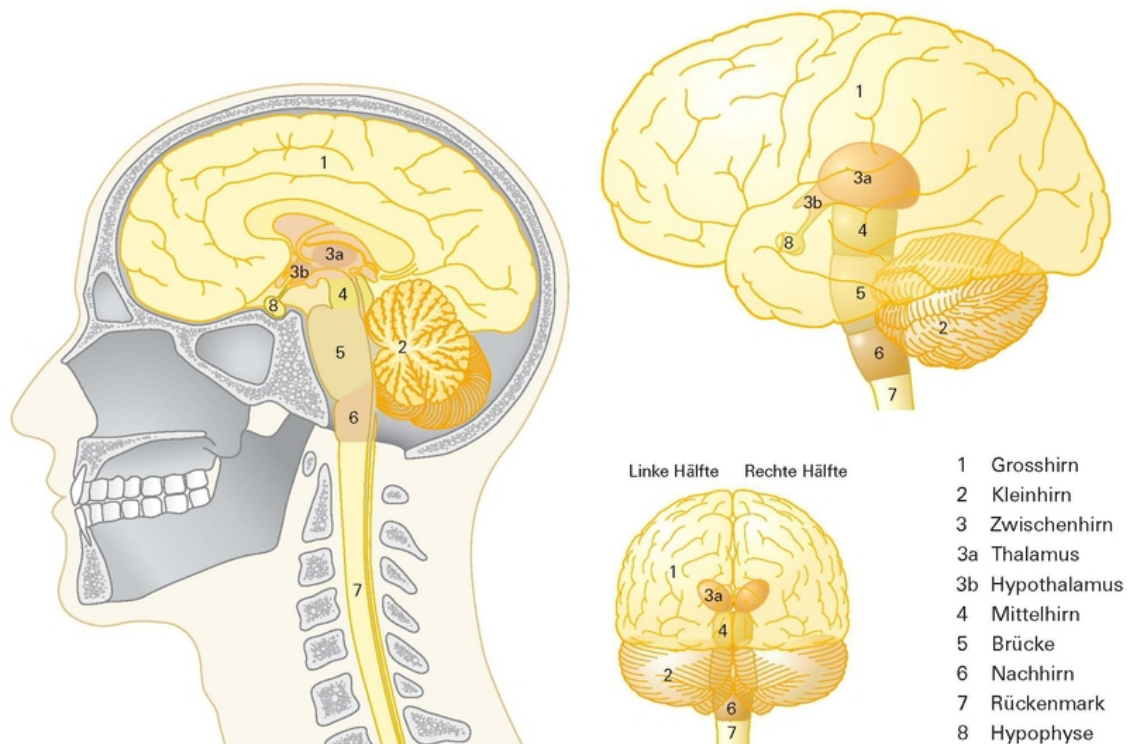
- Kniescheibensehnenreflex: Test ob Signalweiterleitung im RM funktioniert
 - Muskeldehnungsreflex: Muskel reagiert auf schnelle Dehnung bei z.B. einer Landung nach Sprung mit Kontraktion zum Stoss aufzufangen
- Muskelspindel wird gedehnt → Erregung in sensorische Neuronen im RM
- Damit nicht beide Muskeln gleichzeitig Kontraktionsbefehle erhalten → hemmende Synapse auf Beuger

Fremdreflex

- Sensor und Erfolgsorgan liegen an verschiedenen Orten
- Mindestens ein *Schaltneuron* zwischen sensorische und motorische Neuronen
- z.B. Reaktion bei Tritt auf Nagel → beide Beine reagieren

Gehirn

(wichtig; lernen!)



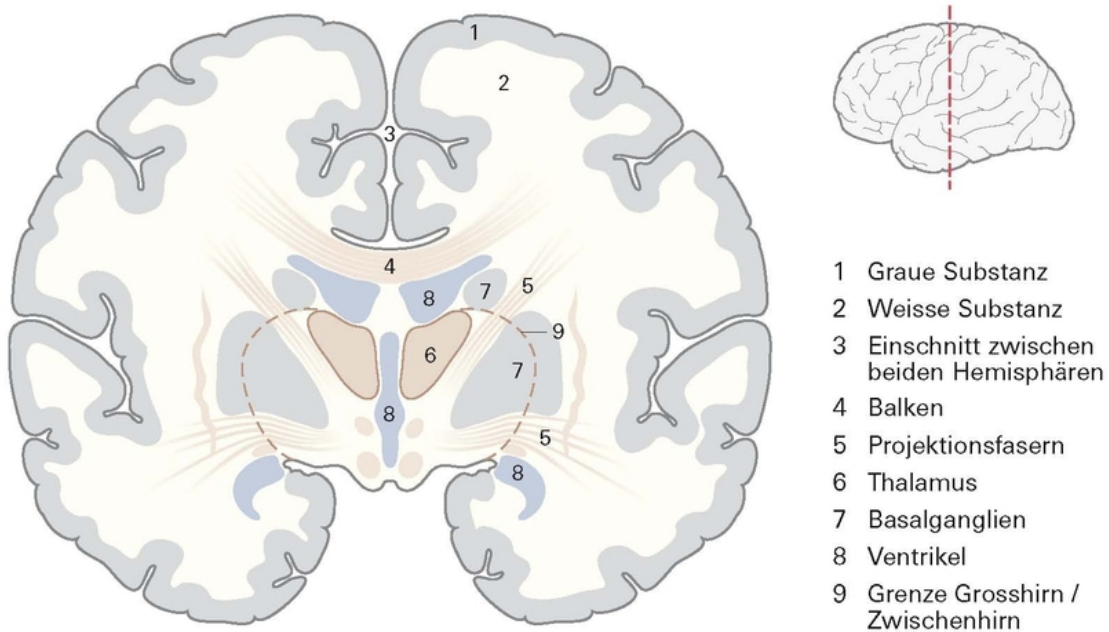
Nachhirn	Übergang zwischen Gehirn und RM <ul style="list-style-type: none"> – Regulation vegetativer Funktionen (Verdauung, Atmung, Kreislauf) – Durchleitung auf- und absteigender Bahnen
Mittelhirn	Kleinsten Hirnteil zwischen Zwischenhirn und Brücke <ul style="list-style-type: none"> – Schaltstation in der Seh- und Hörbahn – Visuelles Reflexzentrum, Steuerung der Augenbewegung und der Pupillenweite
Zwischenhirn	Aus Thalamus und Hypothalamus zwischen Grosshirnhälften <ul style="list-style-type: none"> – Thalamus: Sammel-, Schalt- und <i>Selektionsstelle</i> für sensorische Meldungen – Hypothalamus: Zentrale des vegetativen NS und Hormonsystem
Kleinhirn	2. grösster Hirnteil, bestehend aus 2 Hälften (über Wurm verbunden) Über Brücke mit Grosshirn verbunden <ul style="list-style-type: none"> – Erhält Informationen über Lage und Haltung der Körperteile und erarbeitet Detailpläne für die vom Grosshirn geplanten willkürlichen Bewegungen – Kann Bewegung während Ablauf noch justieren und korrigieren – Koordiniert die Arbeit der Muskulatur mithilfe seiner erprobten und abgespeicherten Bewegungsprogramme

Grosshirn

Bestehend aus 2 Hemisphären, mit Balken verbunden
 Rinde (graue Substanz) stark gefaltet für grössere Oberfläche
 Fast jedes Rindenfeld mit bestimmten Aufgaben

- Wahrnehmungen, Bewusstsein, Gedächtnis, Assoziationen, Denken, Kreativität, Sprache und alle anderen komplexen geistigen Leistungen
- Je sensorische Felder empfangen sensorische Erregungen aus ihrem Körperteil
- Je motorische Felder geben die Einsatzbefehle an die Muskeln ihr Körperteil
- Assoziationsfelder ermöglichen die komplexen geistigen Leistungen (Erinnern, Denken, Fantasieren etc.)

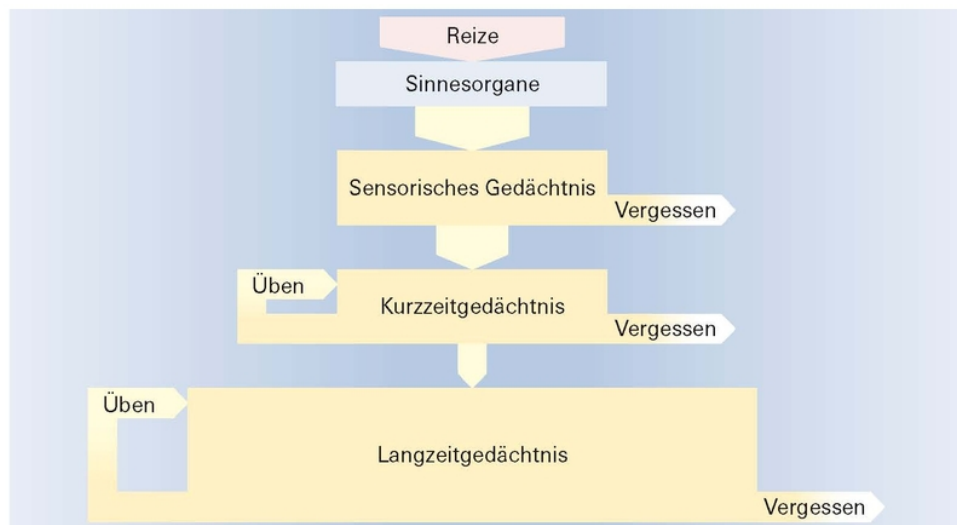
Hemisphären des Grosshirns



Schema eines Querschnitts durch die beiden Grosshirnhemisphären und das Zwischenhirn.

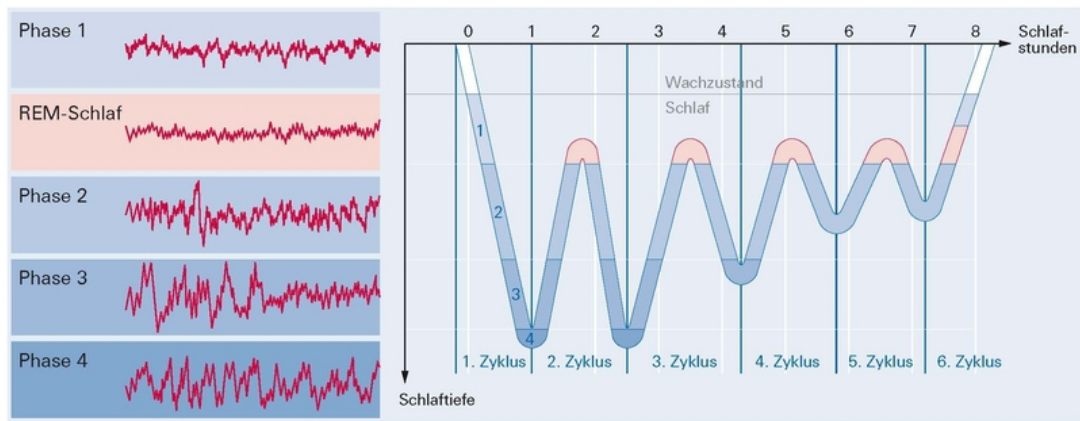
- Jede Hemisphäre ist für die gegenüberliegende Körperhälfte zuständig
- In gewissen Leistungen dominiert eine Hemisphäre z.B. Sprache in linker Hälfte

Gedächtnis



Explizites/kognitives Lernen	Erwerben von Wissen, welches wiedergegeben oder abgerufen werden kann
Implizites/prozedurales Lernen	Erwerben von Fertigkeit z.B. Bewegungsablauf oder Gewohnheit
Wissensgedächtnis	Speichert Fakten, Begriffe, Erinnerungen
Verhaltensgedächtnis	Benutzen wir unbewusst z.B. Fertigkeiten wie Radfahren
Sensorisches Gedächtnis	Speichert und sichten eingehende Information von Sensoren → sehr kleiner Teil wird ins KZG weitergegeben
Kurzzeitgedächtnis (KZG)	Speicherung für einige Sekunden bis Minuten Durch kurzfristigen Veränderungen (Bahnungen) und Synapsen
Langzeitgedächtnis (LZG)	Transfer von KZG zu LZG wird durch Emotionen beeinflusst → was wir mögen, lernen wir einfacher Durch Veränderungen und Neubildungen von Synapsen
Formatio reticularis Bewusstseinszustände	Grosshirn von Aktivierung durch Erregungen aus der Formatio reticularis abhängig → ohne Stimulation: Bewusstlos Regelt auch Schlafen und Wachen

Schlafen und wachen



Schlaf besteht aus ca. 90-minütigen Schlafzyklen mit verschiedenen Schlafphasen. Jeder Zyklus endet mit einer REM-Phase.

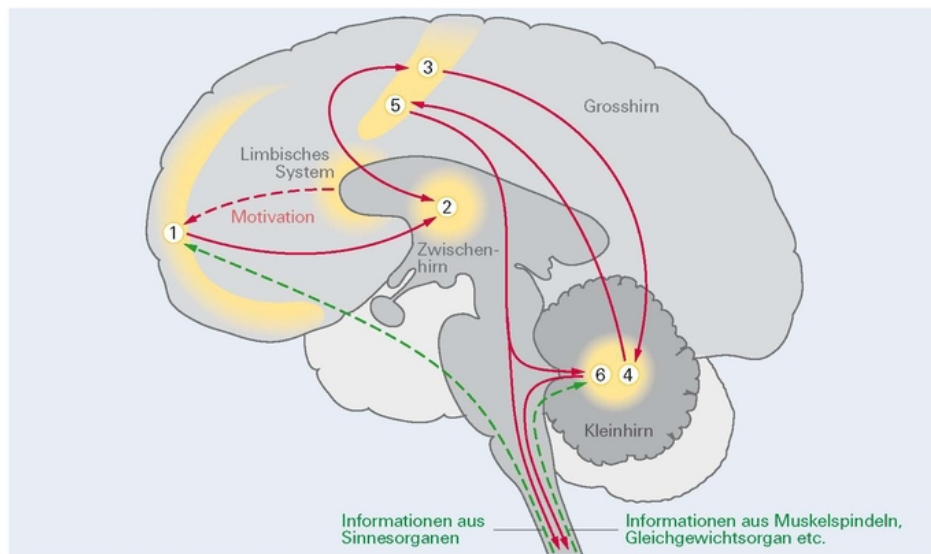
- 5 Phasen, am Ende immer REM-Phase
 - REM-Schlaf für Träumen und Verarbeitung Erlebtem

Gefühle und Motivation

Limbische System (an Basis des Grosshirns) zuständig für Gefühle

- Grosse Bedeutung für Lernen und Verhalten
- Beeinflusst über Hypothalamus die inneren Organe und Hormonproduktion
- Schmerzmittel, Psychopharmaka, Drogen setzen hier an

Bewegungssteuerung



- 1 Der **Entschluss** für eine Bewegung entsteht (aufgrund von Information aus Sinnesorganen und limbischem System) in einem Assoziationsfeld im Stirnlappen des Grosshirns und wird an die Basalganglien und an den Thalamus übermittelt.
- 2 Die Basalganglien und der Thalamus entwickeln in Zusammenarbeit mit den motorischen Feldern ein **Bewegungsprogramm**.
- 3 Die motorischen Felder des Grosshirns senden das Bewegungsprogramm mit den **Rohbefehlen** für die benötigten Muskeln ans Kleinhirn.
- 4 Das Kleinhirn entwickelt unter Berücksichtigung der Informationen aus inneren Sinnesorganen wie Muskelspindeln über die momentane Situation des Körpers bzw. der Muskeln die zur Ausführung erforderlichen **Detailpläne** und liefert sie ans Grosshirn.
- 5 Die motorischen Felder des Grosshirns setzen die Detailpläne in **Kontraktionsbefehle** für die einzelnen Muskeln um und schicken diese über die motorischen Bahnen des Rückenmarks zu den Muskeln. Kopien gehen ans Kleinhirn.
- 6 Das Kleinhirn **überwacht** die Bewegung und kann den Ablauf über direkte Bahnen im Rückenmark (extrapyramidale Bahnen) noch justieren und korrigieren.

Bewegungsprogramm kann durch üben trainiert werden → Kleinhirn muss weniger improvisieren

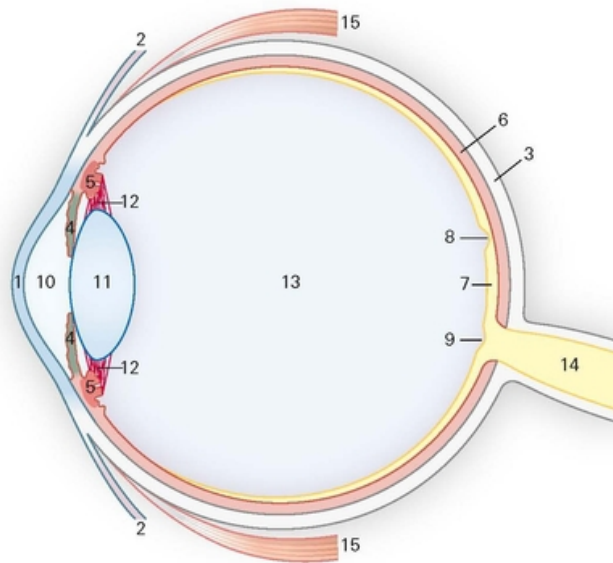
Vegetatives Nervensystem

- Regelt inneres Gleichgewicht z.B. begrenzte Ressource Sauerstoff verteilen
- Liegt im vor Allem im Zwischen- und Nachhirn
- Jede vegetative Nervenbahn besteht aus zwei Neuronen
 - Sympathikus
 - Ganglien (Ansammlung von Nervenzellkörper) bilden 2 Grenzstränge links und rechts der Wirbelsäule
 - Steigert Leistung der Organe
 - z.B. bei Stress: beschleunigt Atmung und hemmt Verdauung
 - Hormondrüse Adrenalin auch Teil
 - Parasympathikus
 - Ganglien sind nahe beim Erfolgsorgan
 - Bremst Leistung bzw. Gegenteil vom Sympathikus
 - Fördert Regeneration und Aufbau von Reserven
 - z.B. bei Schlaf

Sinnesorgane

- Erregungen werden von Thalamus vorselektioniert
- Grosshirn projiziert an richtige Stelle im Körper
 - Erregung führt an entsprechendes Feld im Hirn
- Adaption: bei Dauerreiz konstanter Stärke nimmt Frequenz mit der Zeit ab
- Sinnesorgane
 - Sehsinn
 - Gehör
 - Gleichgewichtssinn
 - Geruchssinn
 - Geschmacksinn
 - Chemische Sinne im Körperinneren
 - Mechanische Sinne
 - Wärme- und Kältesinn
 - Schmerzsinne
 - Innere Sinne für Steuerung und Koordinierung der Organe
 - Lage der Sinnesorganex

Auge



[Tab. 4-1] Teile des Auges, ihr Bau und ihre Aufgaben

Abschnitt	Teil	Bau	Aufgabe
Äussere Augenhaut	1 Hornhaut	durchsichtig, keine Gefässe	Schutz, Sammellinse
	2 Bindehaut	dünne Schleimhaut	Abschluss, Abdichtung
	3 Lederhaut	weiss, Bindegewebe	schützt und stabilisiert den Augapfel
Mittlere Augenhaut	4 Iris	mit Muskelfasern u. Pigmenten	regelt als Blende den Lichteinfall
	5 Ciliarkörper Ciliarmuskel	ringförmiger Körper, enthält den ringförmigen Ciliarmuskel	Befestigung der Linse, Linsenverformung zur Akkommodation
	6 Aderhaut	viele Gefässe	versorgt Netzhaut und Lederhaut
Innere Augenhaut	7 Netzhaut	mit Sinnes- und Nervenzellen	Reizaufnahme, Erregungsbildung
	8 Gelber Fleck	Grübchen in der Netzhaut	Ort des schärfsten Sehens
	9 Blinder Fleck	Austritt des Sehnervs	blinde Stelle der Netzhaut
	10 Augenkammer	flüssigkeitsgefüllt	versorgt Hornhaut und Linse
	11 Linse	Fasern, Epithel, ohne Gefässe	flexible Sammellinse
	12 Zonulafasern	feine Fasern	Aufhängung der Linse am Ciliarkörper
	13 Glaskörper	Gallerte mit 98% Wasser	stabilisiert den Augapfel
	14 Sehnerv	Bündel von Nervenfasern	leitet Erregungen zum Gehirn
	15 Augenmuskel	quergestreifte Muskeln	bewegen den Augapfel

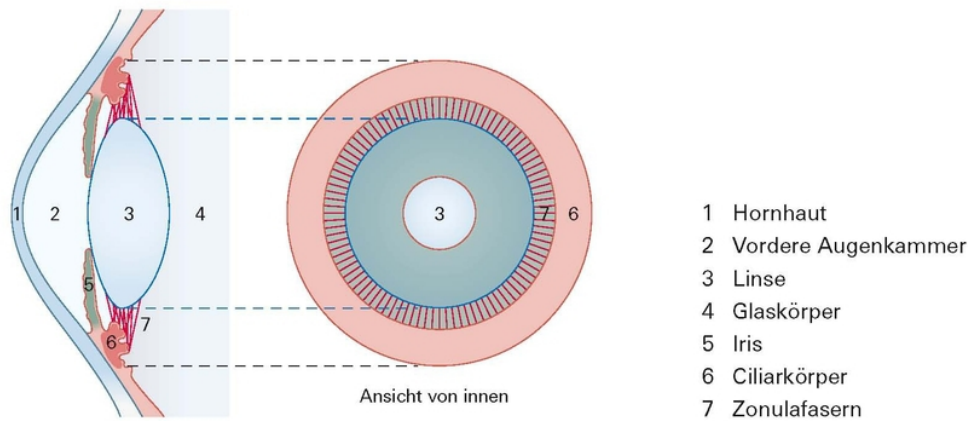
Hornhaut

- Schutz und Sammellinse
- Bei zu wenig Flüssigkeit (z.B. grüner Star) → Hornhaut wird trüb
- Wölbung und flüssigkeitsgefüllt vordere Augenkammer
→ Sammellinse, 80% der gesamten Lichtbrechung

Iris

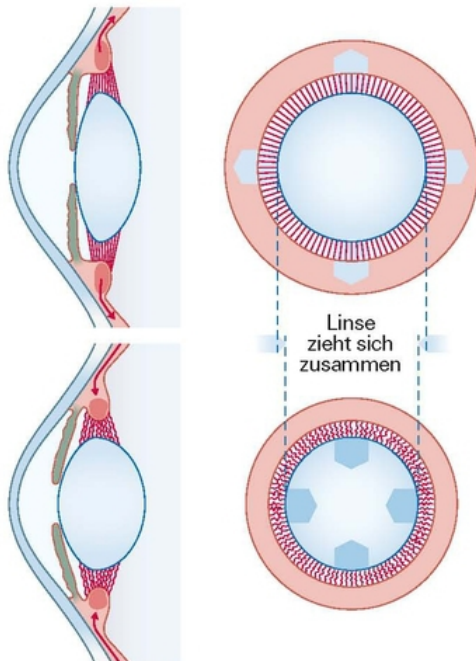
- Regelung des Lichteinfalls
- Pupillendurchmesser wird durch ringförmige Muskeln verändert
- Farbe von Pigmentgehalt abhängig

Linse und Ciliarkörper



Schema der Linse mit Iris, Zonulafasern und Ciliarkörper. Schnitt und Ansicht von innen.

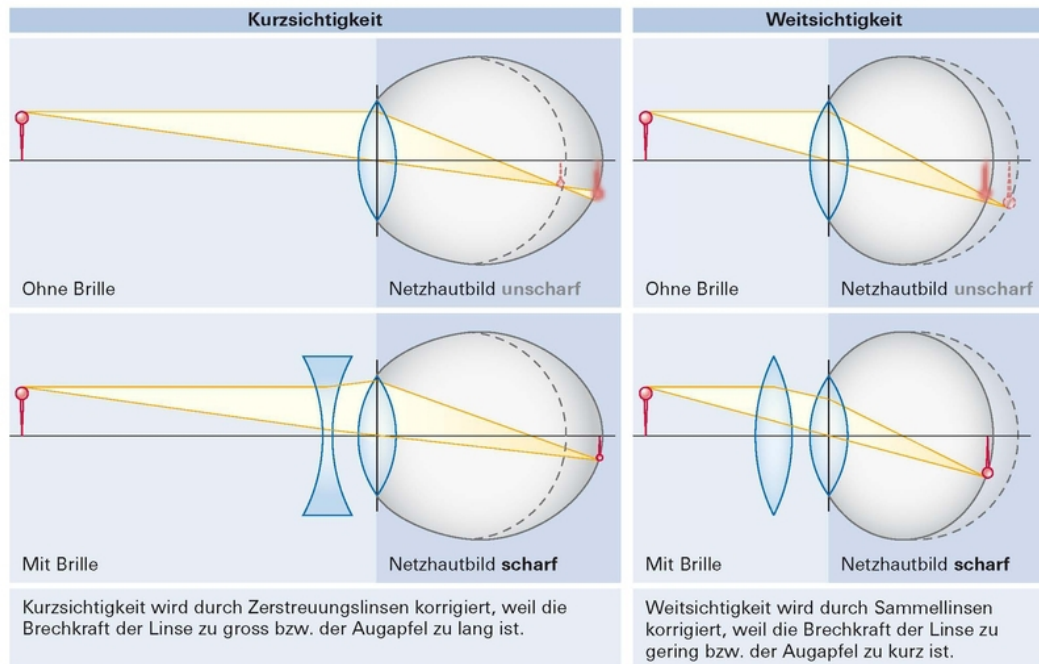
- Linse an feinen Zonulafasern am Ciliarkörper aufgehängt
- Ciliarkörper bildet Kammerwasser für Augenkammer, wird ständig erneuert
- Linse verformbare Sammellinse, für näher liegende Objekte wird Brechkraft erhöht



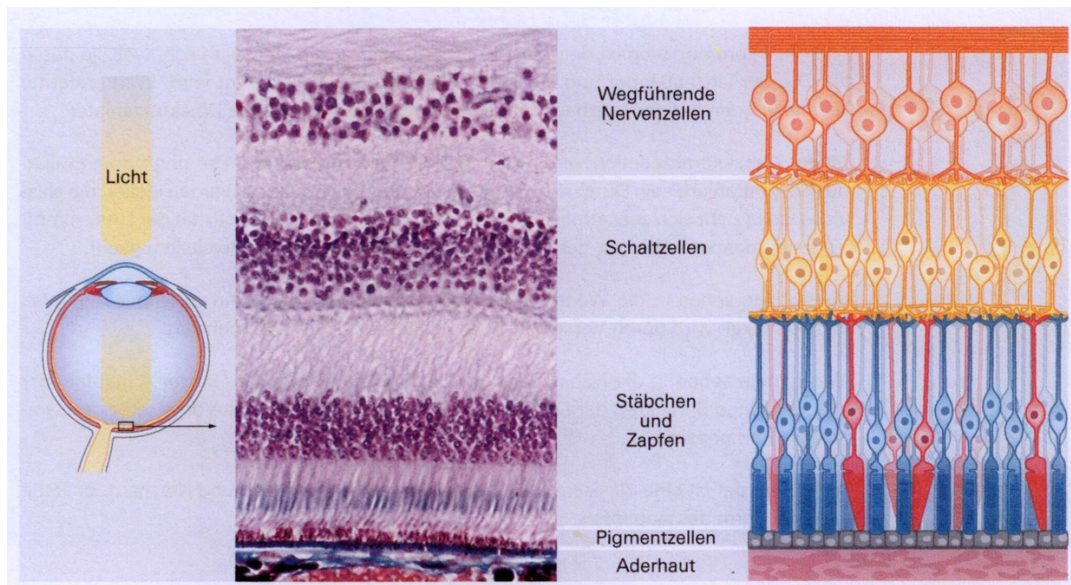
Im **fernakkommodierten** Auge ist der Ciliarmuskel entspannt. Die Linse ist durch die elastische Spannung der Zonulafasern bzw. des Augapfels **flachgezogen**, ihre Brechkraft ist gering (16 dpt). Weil der Ciliarmuskel entspannt ist, ermüdet das fernakkommodierte Auge nicht.

Im **nahakkommodierten** Auge ist der ringförmige Ciliarmuskel gespannt, der Durchmesser des Ciliarkörpers ist kleiner. Die Zonulafasern sind locker und die Linse hat sich – ihrer Elastizität folgend – zusammengezogen. Sie ist kugelig, ihre Brechkraft ist hoch (bis 28 dpt). Das nahakkommodierte Auge ermüdet.

- Ciliarmuskel zieht sich ringförmig zusammen → Ring wird kleiner
- Im Alter verliert Linse ihre Elastizität → wird beim Entspannen nicht mehr so kugelig → Altersweitsicht



Netzhaut



- Pigmentepithel verhindert mit seinem schwarzen Pigment Reflexionen
- Lichtempfindlichen Sinneszellen liegen aussen an der Licht abgewandten Seite
 - Dickeren Zapfen für das Farbsehen
 - Dünneren Stäbchen für das Dämmerungssehen bzw. Monochrom-Sehen
 - Lichtempfindlicher

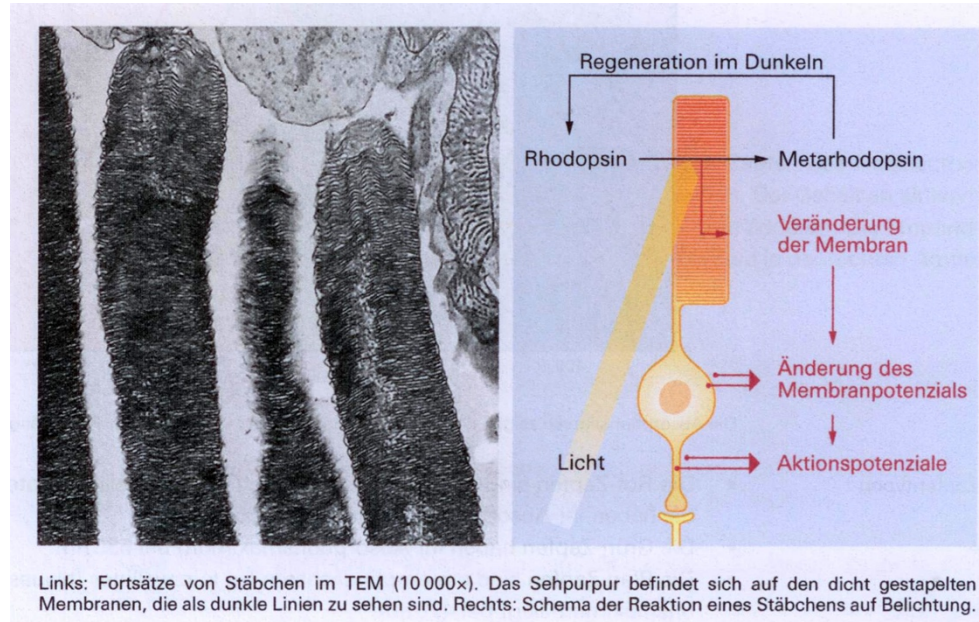
Gelber Fleck (Zentralgrube)

- Nur Zapfen → bei wenig Licht nicht ganz scharf sehen
- Schaltzellen und wegführende Neuronen rund um den gelben Fleck angeordnet → Licht ungehindert
- Dichte der Zapfen und Nervenzellen am höchsten → Schärfstes Sehen
- Blick wird so gerichtet, dass das Bild immer auf gelben Fleck fällt

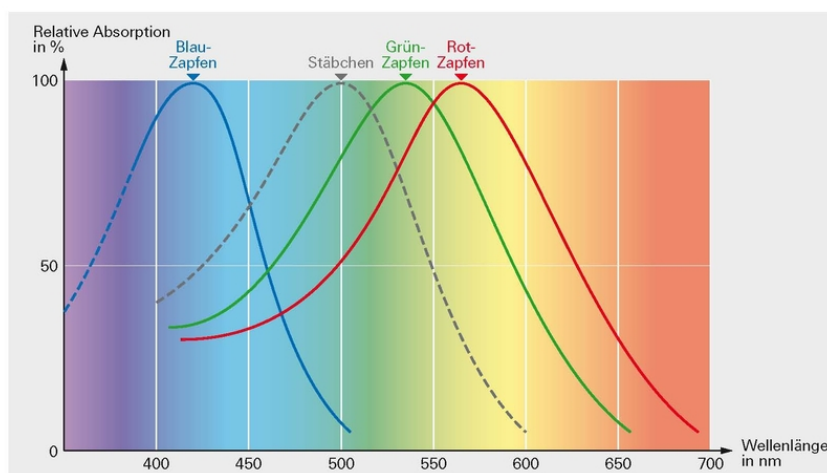
Blinder Fleck

- Nervenfasern werden zum Sehnerv gebündelt und verlassen Augenapfel
- Blutgefäße ins Auge
- Keine Sinneszellen

Vorgang in den Sinneszellen



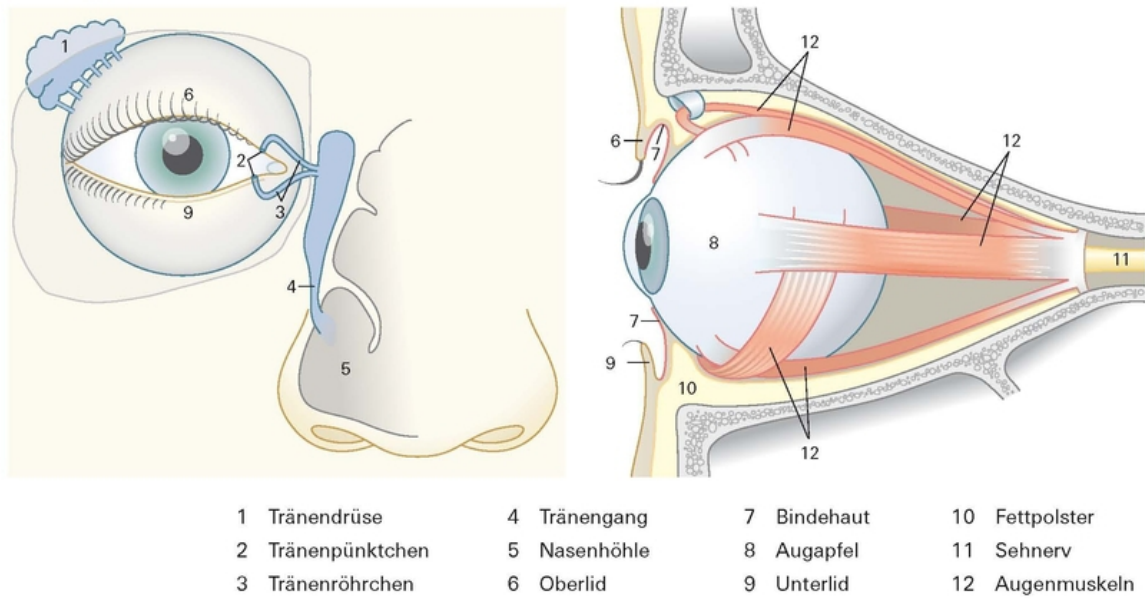
- Stapel von Membran mit eingebautem lichtempfindlichem Rhodopsin (Sehpurpur)
 - Aussen in Stäbchen und Zapfen eingebaut
 - Stapel vergrößert Fläche
- Rhodopsin-Molekül aus
 - Retinal-Molekül, aus Vitamin A (bzw. aus Beta-Carotin) hergestellt
 - Eiweiss (Opsin), unterschiedlich für Wellenlänge
- Bei Belichtung wandelt sich Rhodopsin zu Metarhodopsin um → Veränderung der Ionenverteilung → Änderung Membranpotential → wenn genug stark, Aktionspotential
 - Konzentration Rhodopsin nimmt ab
 - Regeneration im Dunkeln



Die Absorptionskurven zeigen, wie gut jeder Zapfentyp bei verschiedenen Wellenlängen absorbiert.

Zapfen adaptieren Veränderung des Spektrums des Sonnenlichts (Weissabgleich)

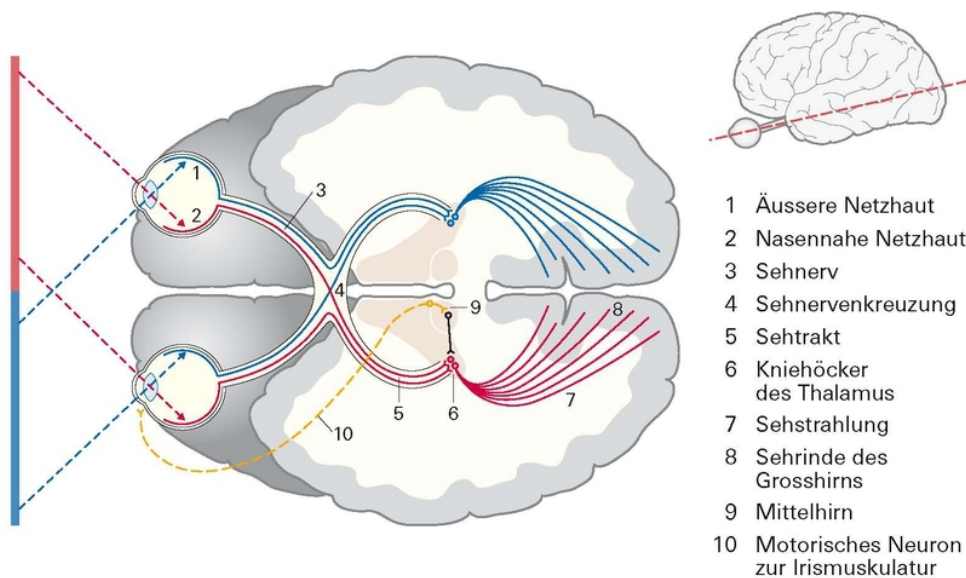
Hilfsapparat und Muskeln



Schema des Tränenapparats und des Augapfels mit den Augenmuskeln in der Augenhöhle.

- Tränenflüssigkeit befeuchtet, ernährt, reinigt und schützt Hornhaut
- Bindehaut verhindert eindringen von Fremdkörpern hinter das Auge
- 6 Augenmuskeln bewegen beide Augenäpfel in alle Richtungen

Sehbahnen



Das rechte Grosshirn sieht den linken Sehbereich, das linke den rechten.

- Nervenfasern der inneren Hälften der Netzhäute führen in gegenüberliegende Hemisphäre
- Nervenfasern der schläffennahen Netzhauthälften wechseln Seite nicht
- → Räumliches Sehen
- Mittelhirn steuert Augenbewegung und Pupillenreaktion

Leistung

- Räumliches Sehen
- Sehschärfe (räumliches Auflösungsvermögen)
 - Minimale Abstand zweier Punkte für Unterscheidung: 0.5mm (Lesedistanz)
- Bewegungssehen (zeitliches Auflösungsvermögen)
 - Je nach Helligkeit: 20 – 30 fps
- Schätzen von Entfernungen
 - Räumliches Sehen
 - Grösse des Bildes
 - Stellung der Augenachse
 - Akkommodation: Anspannung des Ciliarmuskel (Entspannter in Weite)